



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL – RESIDUOS SÓLIDOS

Diseño de Centros Integrales de Residuos de la Construcción y Demolición

MODALIDAD DE GRADUACIÓN: TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
MIGUEL ARCÁNGEL SÁNCHEZ TELLO

TUTOR PRINCIPAL:
M. C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS, FACULTAD DE INGENIERIA

COMITÉ TUTOR:
M. I. CARLOS JAVIER MENDOZA ESCOBEDO, INSTITUTO DE INGENIERÍA
Dr. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ, FACULTAD DE INGENIERÍA
Dra. MARÍA NEFTALÍ ROJAS VALENCIA, INSTITUTO DE INGENIERÍA
M. I. OCTAVIO GARCÍA DOMÍNGUEZ, FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., JULIO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente M. I. CARLOS JAVIER MENDOZA ESCOBEDO

Secretario Dr. ENRIQUE CÉSAR VALDEZ

1er. Vocal Dra. MARÍA NEFTALÍ ROJAS VALENCIA

2do. Vocal M. I. OCTAVIO GARCÍA DOMÍNGUEZ

3er. Vocal M. C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS

Lugar donde se realizó la tesis: Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

Tutor de tesis:

M. C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS

Firma

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por ponerme en el camino para estudiar Ingeniería Geológica y una Maestría en Ingeniería Ambiental, mediante las cuales espero cumplir con la generación de servicios que beneficien a la sociedad.

También agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por guiarme en mi formación profesional desde mi ingreso a la Escuela Nacional Preparatoria.

Le agradezco al profesor M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios, por su confianza y apoyo en la realización de este trabajo, así como al comité de tutores integrado por el M.I. Carlos Javier Mendoza Escobedo, el Dr. Enrique César Valdez, la Dra. María Neftalí Rojas Valencia y el M. en I. Octavio García Domínguez, que me ayudaron con la revisión y supervisión de esta investigación.

Le agradezco a mi madre por su amor, cuidado y todo el esfuerzo que hizo para formarme como un profesional, a mi padre por orientarme y motivarme para el estudio de ciencias e ingeniería y a mi hermano por retarme a innovar en el ámbito profesional.

Estoy agradecido con mi novia Karen por brindarme su tiempo, motivación, confianza, fuerza y amor, con los que siempre he contado en todos los proyectos que me he propuesto y en los que tengo a futuro, así como a su familia por todo el apoyo que siempre me han dado.

Y también le agradezco a mis mascotas por su constante compañía, en especial a mi perrita Katy que me acompañó en cada desvelo, durante la realización de mis tareas y la escritura de este trabajo.

Índice

Índice de tablas	6
Índice de figuras	7
Índice de anexos.....	11
1 Introducción	13
1.1 Objetivo general	14
1.2 Objetivos específicos	14
2 Antecedentes	14
2.1 Marco jurídico	18
2.2 Ciclo cerrado.....	19
2.3 Características de los residuos de la demolición y construcción	24
2.4 Materiales de construcción	26
2.4.1 Materiales pétreos	27
2.4.2 Materiales cerámicos	28
2.4.3 Materiales aglomerantes y conglomerantes	28
2.4.4 Materiales pétreos aglomerados y conglomerados.....	30
2.4.5 Morteros y concretos	30
2.4.6 Materiales metálicos	31
2.4.7 Materiales orgánicos	32
2.4.8 Suelos	35
2.4.9 Materiales químicos	36
2.4.10 Materiales peligrosos	41
3 Metodología	43
3.1 Ciclo de los residuos	43
3.1.1 Planeación y evaluación	51
3.1.2 Generación	51
3.1.3 Almacenamiento selectivo y aprovechamiento en obra.....	53
3.1.4 Transporte	55
3.1.5 Procesamiento.....	56
3.1.6 Reciclaje.....	60
4 Diseño de infraestructura básica para la construcción de un Centro Integral de Residuos de la Construcción y Demolición.....	61
4.1 Enfoques de evaluación de proyectos	61

4.2	Panorama de las plantas de tratamiento de Residuos de la Construcción y Demolición en la Ciudad de México.	63
4.2.1	Determinación de crecimiento y desarrollo de la población	67
4.2.2	Estimación de generación de residuos respecto al tiempo.....	72
4.2.3	Consulta de planes de desarrollo urbano de la Ciudad de México	76
4.2.4	Características geológicas y topográficas	81
4.2.5	Provincias fisiográficas.....	85
4.2.6	Tectónica y la geología estructural en el desarrollo de proyectos	86
4.2.7	Características hidrológicas y climatológicas óptimas para la selección de un sitio.....	104
4.2.8	Características sociales, políticas y económicas	106
4.2.9	Estudios de mercado	108
4.2.10	Vías de acceso	110
4.2.11	Análisis de prevención de riesgos y protección civil	112
4.3	Propuesta operativa	113
4.3.1	Diagrama de flujo	114
4.3.2	Balance de materia de residuos en centros de RCD	125
4.3.3	Equipo básico especificaciones y costos	131
4.3.4	Dimensiones de área de proyecto	135
4.3.5	Costo de Terreno	137
4.4	Análisis financiero.....	139
4.4.1	Salarios	139
4.4.2	Análisis de flujo de efectivo	143
4.4.3	Metodologías de optimización y mejora continua de procesos	147
4.4.4	Medidas de mitigación de impactos	155
5	Propuesta teórica de un Centro integral de Residuos de la Construcción y Demolición en la Zona sur de la Ciudad de México.	162
5.1	Características de las propuestas de sitio.....	162
5.1.1	Análisis de zonas susceptibles de ser afectadas por la mala disposición de los RCD y criterios para la implementación de un centro integral de residuos de la construcción y demolición.....	163
5.2	Rutas.....	198
5.2.1	Propuesta Milpa Alta	198
5.2.2	Propuesta Xochimilco	205

5.2.3	Estudio de mercado de la zona sur de la CDMX	211
5.3	Polígonos	223
5.3.1	Milpa Alta	224
5.3.2	Xochimilco	227
5.3.3	Visita de campo a polígonos	231
5.3.4	Elección de polígono.....	237
5.3.5	Clima en el polígono	238
5.3.6	Edafología.....	239
5.3.7	Geología de polígono.....	240
5.3.8	Ordenamiento Ecológico	245
5.3.9	Medidas de mitigación de impactos	250
5.4	Planos generales de CIREC Milpa Alta	265
5.4.1	Descripción operativa del plano	265
5.4.2	Planos por área	271
5.5	Análisis local del polígono	285
5.5.1	Costo de polígono y requerimientos para el desarrollo del proyecto.....	285
5.6	Costo ajustado del proyecto en el polígono Milpa Alta	288
6	Conclusiones	290
Anexos.....		322

Índice de tablas

Tabla 1: Diagrama de flujo evaluación de proyecto	48
Tabla 2: Aprovechamiento de agregados reciclados en elementos no estructurales (NACDMX-007-RNAT-2019)	60
Tabla 3: Diagrama de flujo operativo	115
Tabla 4: Recopilación de datos INEGI	126
Tabla 5: Análisis de indicadores INEGI	127
Tabla 6: Análisis de viviendas ENVI 2020.....	128
Tabla 7: Recopilación de datos Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda	128
Tabla 8: Balance de materia 500 ton/día	130
Tabla 9: Nivel de madurez de estimación de costos.....	133
Tabla 10: Nivel de precisión	134
Tabla 11: Valores de salarios	140
Tabla 12: Costos de construcción.....	142
Tabla 13: Flujo de efectivo	143
Tabla 14: Estimación de crecimiento.....	146
Tabla 15: Modelo de flujo de actividades de proceso	155
Tabla 16: Uso de suelo en la CDMX (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	182
Tabla 17: Encuesta materiales convencionales	214
Tabla 18: Encuesta materiales reciclados.....	214
Tabla 19: Encuesta concreto reciclado	215
Tabla 20: Encuesta bloques o ladrillos hechos con concreto reciclado	215
Tabla 21: Encuesta información sobre reciclaje de residuos	216
Tabla 22: Encuesta pago por servicios de reciclaje.....	217
Tabla 23: Valor catastral Milpa Alta	286
Tabla 24: Costo de infraestructura por áreas	288
Tabla 25: Costos totales	289

Índice de figuras

Figura 1: Población total de Ciudad de México (INEGI Censos de población y vivienda, 2020).....	73
Figura 2: Gráfica basada en datos del INEGI y CONAPO (Elaboración propia).....	75
Figura 3: Gráfica basada en la estimación del crecimiento promedio anual del 5% de la industria de la construcción, el número de habitantes en la CDMX según INEGI y generación de RCD según la CMIC (Elaboración propia)	75
Figura 4: Zonas sísmicas de México (Mexperencia, 2021).....	94
Figura 5: Tipos de suelos sísmicos en el valle de México (Blog Cires, 2015).....	96
Figura 6: Simbología de procesos (Elaboración propia).....	149
Figura 7: Programa de Ordenamiento Ecológico de la CDMX (SIGEIA, 2022).....	164
Figura 8: Filtrado de la zona sur de la CDMX mediante DEM de NASA SRTM digital de elevación 30m en Google Earth Engine (Elaboración propia).....	164
Figura 9: Zona lacustre sur de la CDMX mediante DEM de NASA SRTM digital de elevación 30m en Google Earth Engine (Elaboración propia)	165
Figura 11: Generación anual de RCD (SEDEMA, 2020)	169
Figura 12: Generación anual por alcaldía (SEDEMA, 2020)	170
Figura 13: Mapa de uso de suelo (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	176
Figura 14: Mapa de áreas naturales protegidas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)....	177
Figura 15: Mapa climatológico (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	179
Figura 16: Mapa Edafológico (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	182
Figura 17: Mapa susceptibilidad por inestabilidad de laderas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	184
Figura 18: Mapa de peligro por barrancas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	185
Figura 19: Mapa preliminar de peligros (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	186
Figura 20: Mapa de peligros por remoción de masa (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	187
Figura 21: Mapa de peligros por hundimientos y fracturamiento (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)	188
Figura 22: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Tláhuac (Google maps, 2022)	200
Figura 23: Tiempo de ruta y distancia Tláhuac a Milpa Alta (Google maps, 2022)	200
Figura 24: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Polígono (Google maps, 2022)	201
Figura 25: Tiempo de ruta y distancia Polígono a Milpa Alta (Google maps, 2022)	201
Figura 26: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Milpa Alta (Google maps, 2022)	202
Figura 27: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Xochimilco (Google maps, 2022)	202
Figura 28: Tiempo de ruta y distancia Tlalpan a Milpa Alta (Google maps, 2022)	203

Figura 29: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Tlalpan (Google maps, 2022)	203
Figura 30: Tiempo de ruta y distancia Coyoacán a Milpa Alta (Google maps, 2022)	204
Figura 31: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Coyoacán (Google maps, 2022)	204
Figura 32: Tiempo de ruta y distancia Tláhuac a Xochimilco (Google maps, 2022)	206
Figura 33: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Tláhuac (Google maps, 2022)	206
Figura 34: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Xochimilco (Google maps, 2022)	207
Figura 35: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Milpa Alta (Google maps, 2022)	207
Figura 36: Tiempo de ruta y distancia Polígono a Xochimilco (Google maps, 2022)	208
Figura 37: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Polígono (Google maps, 2022)	208
Figura 38: Tiempo de ruta y distancia Tlalpan a Xochimilco (Google maps, 2022)	209
Figura 39: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Tlalpan (Google maps, 2022)	209
Figura 40: Tiempo de ruta y distancia Coyoacán a Xochimilco (Google maps, 2022)	210
Figura 41: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Coyoacán (Google maps, 2022)	210
Figura 42: Polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)	225
Figura 43: Delimitación polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)	225
Figura 44: Perfil de elevaciones plano transversal (Google Earth, 2022)	226
Figura 45: Perfil de elevaciones plano sagital (Google Earth, 2022)	227
Figura 46: Polígono Xochimilco (Google Earth, 2022)	228
Figura 47: Delimitación polígono Xochimilco (Google Earth, 2022)	228
Figura 48: Polígono lateral (Google Earth, 2022)	229
Figura 49: Polígono superior (Google Earth, 2022)	229
Figura 50: Perfil de elevaciones plano transversal (Google Earth, 2022)	230
Figura 51: Perfil de elevaciones plano sagital (Google Earth, 2022)	230
Figura 52: Visita de campo perspectiva noroeste (Fotografía propia)	231
Figura 53: Visita de campo perspectiva norte (Fotografía propia)	232
Figura 54: Visita de campo perspectiva noreste (Fotografía propia)	233
Figura 55: Visita de campo polígono lateral (Fotografía propia)	233
Figura 56: Visita de campo perspectiva sureste (Fotografía propia)	234
Figura 57: Visita de campo perspectiva sur (Fotografía propia)	235
Figura 58: Visita de campo perspectiva de perfil con depresión de 1 metro respecto al nivel de la calle (Fotografía propia)	236
Figura 59: Visita de campo entrada sureste (Fotografía propia)	237
Figura 60: Clima del polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)	239

Figura 61: Edafológica del polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022).....	240
Figura 62: Fracturas del suelo del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022).....	242
Figura 63: Geológica del polígono Milpa Alta (INEGI, 1975).....	244
Figura 64: Riesgo sísmico del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022).....	245
Figura 65: Ordenamiento Ecológico de polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022).....	247
Figura 66: Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022).....	247
Figura 67: Ordenamiento Ecológico agroecológico de polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)	249
Figura 68: Delimitación de polígono de impacto Milpa Alta (Google Earth, 2022).....	250
Figura 69: Principales vías de comunicación del polígono Milpa Alta (Google maps, 2022)	254
Figura 70: Rutas de transporte público del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)	254
Figura 71: Delimitación de área de impacto del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)	255
Figura 72: Estaciones de monitoreo en el Valle de México al 2022 (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022).....	256
Figura 73: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 09:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)	257
Figura 74: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 12:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)	258
Figura 75: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 18:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)	259
Figura 76: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación Chalco (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022).....	259
Figura 77: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación Tláhuac (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022).....	260
Figura 78: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación UAM Xochimilco (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022).....	261
Figura 79: Susceptibilidad de laderas (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022).....	263
Figura 80: Susceptibilidad de inundaciones (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)	264
Figura 81: Vista satelital polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)	268
Figura 82: Plano general polígono Milpa Alta (Elaboración propia)	269

Figura 83: Plano cadena de proceso Milpa Alta (Elaboración propia)	271
Figura 84: Plano área de fabricación de concreto Milpa Alta (Elaboración propia).....	273
Figura 85: Plano de oficinas y laboratorios Milpa Alta (Elaboración propia)	275
Figura 86: Plano de fabricación bloques y adoquines Milpa Alta (Elaboración propia)	277
Figura 87: Almacenamiento de vehículos y mantenimiento de maquinaria Milpa Alta (Elaboración propia).....	279
Figura 88: Almacenamiento de bloques Milpa Alta (Elaboración propia)	280
Figura 89: Almacenamiento de agregados reciclados Milpa Alta (Elaboración propia).....	281
Figura 90: Zona de clasificación de residuos Milpa Alta (Elaboración propia)	282
Figura 91: Polígono de almacenamiento de RCD Milpa Alta (Elaboración propia)	284

Índice de anexos

Anexo 1	322
Anexo 2	326
Anexo 3	336
Anexo 4	338
Anexo 5	343
Anexo 6	345
Anexo 7	346
Anexo 8	349
Anexo 9	350
Anexo 10	351
Anexo 11	353
Anexo 12	355
Anexo 13	357
Anexo 14	358
Anexo 15	359
Anexo 16	360
Anexo 17	361
Anexo 18	362
Anexo 19	363
Anexo 20	363
Anexo 21	364
Anexo 22	365
Anexo 23	366
Anexo 24	367
Anexo 25	367
Anexo 26	368
Anexo 27	369
Anexo 28	370
Anexo 29	370
Anexo 30	384
Anexo 31	385
Anexo 32	386

Anexo 33387

1 Introducción

La industria de la construcción es uno de los componentes de desarrollo social más importantes de un país ya que mediante ésta se generan trabajos, infraestructura, incremento de la calidad de vida y ayuda a mejorar el índice de desarrollo urbano de los habitantes del territorio en crecimiento.

Este proceso ha llegado a tener tal repercusión en la economía a nivel mundial que en el 2008 se presentó una de las crisis económicas más grandes, debido a la ruptura de la burbuja económica de la industria inmobiliaria en los Estados Unidos, impactando en el mercado de valores a nivel mundial. Este fenómeno se está repitiendo en el 2021 en China con la desestabilización del mercado por una de las empresas inmobiliarias más grandes del mundo debido a deudas que superan los 305,000 millones de dólares afectando directamente al producto interno bruto de China que se sustenta entre un 20% y un 25% de esta industria. (Fabro 2021)

En México el Covid-19 generó una crisis económica y la caída del 15% en el PIB debido a los procesos de globalización que presentan un vínculo entre múltiples sectores económicos, sociales y políticos involucrados con la industria de la construcción. (CMIC, 2021)

Gran cantidad de desechos generados durante el proceso de construcción, como obras nuevas, remodelaciones y demoliciones, no tienen un control adecuado y mucho menos un sitio de disposición final con las características necesarias para evitar la contaminación del medio, erróneamente se piensa que los residuos de construcción y demolición (RCD) no ocasionan impactos negativos ya que sus componentes son inertes y no tienen efectos contaminantes.

La industria de construcción en México es un sector relevante de la economía pues las obras que se construyen a lo largo del país son un motor de producción y empleo.

Los residuos de la construcción y demolición (RCD), se están convirtiendo en un grave problema en la Ciudad de México, ya que mediante estimaciones realizadas en 2020, ahora se sabe que se producen más de 15,748 toneladas diarias, sin tomar en cuenta los procesos constructivos en localidades aisladas o irregulares en las que los RCD se terminan depositando en zonas de hundimientos diferenciales, baches, barrancos, cuerpos de agua, etc. (SECITI, 2019)

Según la Cámara Mexicana de la industria de la construcción los RCD pueden generar daños como: la obstrucción del drenaje natural, inundaciones, afectación al medio físico y medio biótico, contaminación por mezcla de residuos peligrosos, contaminación del suelo y subsuelo, problemas

de recarga de agua subterránea, contaminación visual del entorno, contaminación del aire y proliferación de fauna nociva. (CMIC, 2016)

En este proyecto de investigación se establecieron las metodologías de tecnologías básicas para el tratamiento y aprovechamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD).

También se definieron las bases generales de diseño de un Centro Integral de Residuos de Construcción, CIREC, a través de un Manual que puede ser utilizado por las autoridades municipales y empresas particulares. El propósito es reducir los impactos ambientales negativos provocados por las escombreras en las que se disponen sin control los RCD.

1.1 Objetivo general

Elaborar las bases de diseño de un Centro Integral de Residuos de la Construcción y Demolición que pueda ser adaptable a ciudades medianas y grandes, con parámetros que permitirán la mejora continua de procesos y estrategias de escalamiento, proponiendo una estandarización rentable en la construcción de estos.

1.2 Objetivos específicos

- » Estimar la generación y composición de RCD en ciudades medianas y grandes en México.
- » Proponer metodologías para realizar una adecuada gestión de los RCD (clasificación, separación, transporte, aprovechamiento económico y disposición final).
- » Elaborar una propuesta integral que comprenda tecnologías de aprovechamiento de RCD aplicables en ciudades medianas y grandes del país.
- » Analizar las experiencias nacionales e internacionales de Plantas de Reciclaje de RCD.
- » Proponer los estudios previos requeridos para el diseño, construcción y operación de Centros Integrales de RCD.
- » Estimar los costos de construcción y operación de un Centro Integral de RCD con capacidad de 500 ton/día.

2 Antecedentes

Desde los inicios del desarrollo de la ingeniería civil se generó la necesidad de estandarizar procesos constructivos con la finalidad de definir los conocimientos empíricos y técnicos. Esto trajo como resultado la generalización del uso de materiales como madera, paja, materiales cerámicos, agregados, metales, cementantes, etc. A su vez se produjo la necesidad de realizar sistemas de

planeamiento de obras y ciudades llevando consigo remodelaciones a gran escala produciendo la necesidad de buscar métodos de tratamiento y aprovechamiento de estos residuos.

A lo largo de la historia se han presentado diversos eventos ordinarios y extraordinarios que han generado grandes volúmenes de residuos de demolición, construcción y remodelación.

Existen muchos ejemplos históricos de la reutilización de materiales como el arco del triunfo de Constantino construido en el año 315 en Roma, Italia, que utilizó esculturas y decoraciones extraídas de monumentos triunfales dedicados a emperadores como Trajano, Adriano y Marco Aurelio. Entre los materiales reutilizados se encuentra el mármol amarillo que compone a los fustes de las columnas y bases de éstas. (Bertino, 2021)

En México durante el siglo XVI la construcción de la Nueva España representó un reto arquitectónico y de ingeniería civil para los españoles, dado que los constructores que se encontraban trabajando en distintas partes de México no contaban con mano de obra especializada en el corte de roca entonces la mayor parte de los edificios institucionales construidos a inicios de este periodo emplearon materiales que estaban a su disposición como el uso de rocas talladas provenientes de basamentos arquitectónicos y piramidales de las culturas prehispánicas cercanas. (Moya, 2013)

Uno de los grandes eventos que marcaron la historia de la humanidad fue la Segunda Guerra Mundial en la que ciudades enteras fueron arrasadas en su totalidad y parte de los procesos de reconstrucción consistieron en aprovechar y reutilizar los residuos de las ciudades destruidas. Así fue en Varsovia, capital de Polonia, ciudad que llegó a ser un punto estratégico del centro de Europa, razón por la cual fue invadida por el ejército alemán el 1 de septiembre de 1939, iniciando la Segunda Guerra Mundial. Tras reprimir la rebelión del Ghetto polaco y arrasar con 400 hectáreas del barrio antiguo de Muranów, el ejército nazi mando soldados zapadores a destruir sistemáticamente los restos de la ciudad mediante detonaciones, artillería y quema controlada. Los alemanes demolieron el 85% de las construcciones centrándose en los monumentos históricos más representativos como plazas, catedrales y palacios. (Salas, 2006)

Al terminar la Segunda Guerra Mundial en 1945 la Unión Soviética se vio obligada a tomar medidas pragmáticas sobre la reconstrucción y para ello eliminaron el concepto de propiedad privada y se creó el Biuro Odbudowy Stolicy denominado BOS, que fue el departamento de reconstrucción de la capital, la cual se encargó de gestionar los residuos reutilizando los materiales en mejor estado como ladrillos originales de las construcciones emblemáticas. Este proceso de gestión de residuos

fue el producto de la necesidad de materiales, los escasos recursos tras la guerra y la búsqueda de la restauración de la ciudad que respetaba la estética original.

De este el trabajo del BOS logró la reconstrucción de la ciudad de Varsovia, respetando el valor histórico de las construcciones e implementando la adecuada gestión de los residuos de demolición. (Salas, 2006)

Por su parte, en Alemania tras la Segunda Guerra Mundial tomó una perspectiva diferente para llevar a cabo la reconstrucción de sus ciudades. Una de las ciudades más devastadas fue Berlín la cual tan solo en la zona oeste presentó una generación de residuos de demolición de 75, 000,000 de m³. (CMIC 2014)

Se estableció el plan colectivo o Kollektivplan, propuesto por Hans Scharoun entre 1945-1946, con la finalidad de ser el primer procedimiento de planificación urbanística y el único desarrollado conjuntamente para promover la reconstrucción de la ciudad de Berlín.

En 1949 la ciudad de Berlín se dividió creando el sector occidental y el sector oriental, el primero dominado por ideales basados en la occidentalización, planeación y modernización. Mientras que en la zona oriental la influencia política soviética desarrolló un diseño constructivo compacto y monumental.

Durante el proceso de reconstrucción se generaron debates entre los conceptos arquitectónicos de Wiederaufbau (reconstrucción) y Neuordnung (reorganización), aunado a este choque ideológico se produjo la separación de la ciudad por el muro de Berlín por los sectores occidental (controlada por Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos) y oriental (dominada por la Unión Soviética).

La guerra política dentro de Alemania fue incrementando a tal grado que el 13 de agosto de 1961 se construyó el muro de Berlín destruyendo buena parte de la ciudad y edificios históricos que se encontraban aledaños a Potsdamer Platz que fue el corazón metropolitano de la ciudad de Berlín. Dentro de la ciudad fue edificado un muro de casi 200 km de longitud y un ancho variable que oscilaba entre los 40 y los 100 metros. (Vázquez, 2012)

Esta abrupta separación puso pausa al Kollektivplan, dando como resultado la división de los estilos arquitectónicos y reconstructivos de la posguerra. Mientras el sector Oriental se concentró en el desarrollo socialista con construcciones de viviendas populares y zonas industriales, el sector Occidental se enfocó en un proceso de búsqueda de la modernidad y el capitalismo.

Sin embargo, en este periodo de reconstrucción a partir de diferentes ideales reconstructivos se establecieron las bases para el reciclaje de residuos de la demolición, posicionando a Alemania como uno de los pioneros en técnicas de reciclaje y aprovechamiento de los RCD.

Tras la caída del muro el 9 de noviembre de 1989 y la reunificación de Alemania en 1990 comenzó una nueva era y con ello la estandarización y legislación de los procesos reconstructivos y el aprovechamiento común de la tecnología que se desarrolló en la posguerra, como la implementación de materiales reciclados procedentes de la demolición.

Uno de los procesos tecnológicos que acompañó a la reconstrucción de Alemania fue el uso de agregados reciclados mixtos, con una elevada carga cerámica en mezclas de concreto para bloques que contenían entre 200 y 250 kg de cemento/m³ y resistencias de entre 80 y 120 kg/cm².

La aplicación temprana de este tipo de técnicas a causa de la devastación provocada por la guerra, permitió a Alemania colocarse a la vanguardia en el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición.

El desarrollo de la legislación acompañada de la generación de tecnología no fue rápido debido a que estuvo acompañado de múltiples procesos y problemas que se presentaron durante la evolución moderna de Alemania y su ejemplar tratamiento de los RCD.

Para 1972 Alemania contaba con 50,000 vertederos de residuos sólidos con escasas regulaciones lo que comenzó a representar un riesgo para aguas subterráneas y los ecosistemas, por lo que se implementó la *First law of Waste Disposal* lo que condujo a reducir el número de sitios de disposición final a 300 con normas de separación y aprovechamiento que ayudó a utilizar los residuos con potencial calorífico en la generación de energía, dando lugar a sistemas de separación y clasificación sistemática de los residuos sólidos.

En 1986 desarrollaron una ley para la clasificación, gestión y prevención de los RCD desarrollando los primeros requisitos para la disposición de concreto, para 1993 establecieron la normativa para residuos de asentamientos humanos, esto continuó con la implementación de diversas normas y homologaciones internacionales hasta el 2003 que establecen la ley de ciclo cerrado en la que se responsabiliza a los generadores del aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos. (CMIC, 2014)

En la actualidad se han establecido múltiples normativas a nivel mundial con la finalidad de disminuir el impacto antropogénico generado por el crecimiento y desarrollo de la sociedad en el ámbito de las obras civiles.

2.1 Marco jurídico

El desarrollo de cualquier proyecto en materia ambiental debe ser realizado con apego a la normatividad de la zona en la que se ejecute. Cuando la ausencia de normas, reglamentos o leyes en una ciudad no es clara o presenta falta de información, lo idóneo es completar la información y generar una normatividad basándose en recomendaciones o procesos operativos internacionales u homologaciones comparativas.

En la Ciudad de México se ha trabajado en el desarrollo de normatividades y leyes que ayudan a la elaboración de planes de trabajo, acordes a las características de la ciudad como la densidad de población, proximidad a los centros de procesamiento de residuos, congestión vehicular, etc.

En el año 2019 se realizó la propuesta de modificación a la norma NADF-007-2013 que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición, en el Distrito Federal ahora Ciudad de México. En dicha norma se tratan las especificaciones del manejo de residuos de la construcción y demolición para fomentar su aprovechamiento, clasificación y minimizar su disposición final inadecuada.

Dicha ley se modificó considerando que en la CDMX durante el 2014 se realizó la estimación de una tasa de generación anual de 12,003,359.51 m³ de residuos de la construcción, constituidos por 18,478.71 toneladas de material ferroso y 26,151.94 toneladas de otros materiales asociados a estos. La norma fue desarrollada respetando la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación, el Código Penal para el Distrito Federal publicado el 16 de julio del 2002, la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal publicada el 13 de enero del 2000, la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal publicada el 22 de abril del 2003, la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable publicada el 16 de junio del 2011, entre otras.

La norma mencionada anteriormente se sustenta por otras normas y reglamentos, como lo es el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (ahora Ciudad de México), modificado y publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 19 de abril del 2021 en el cual se especifican

las características técnicas mínimas para obras civiles dentro de la Ciudad de México mediante las cuales debe regirse la Gestión Integral del manejo de residuos de construcción y demolición.

Otra de las leyes promovidas por la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México es la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal la cual fue publicada en la Gaceta Oficial el 22 de abril de 2003 y modificada el 25 de junio de 2019, en la cual se propone la regulación de la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos y características de la prestación del servicio público de limpia, el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos que tienen como objetivo la incorporación de planes de manejo de diversos sectores.

El reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre del 2014 se refiere a las disposiciones, vigilancia y sanciones en diferentes sectores e industrias.

El Reglamento de Tránsito con última reforma el 4 de febrero del 2021 en el que se establecen las normas en cuanto a vehículos, circulación y esquemas de sanciones. El cual es importante considerar durante la operación vehicular para el transporte de los residuos de construcción y demolición.

La norma NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios para la clasificación de los residuos de manejo especial y determinación de estos para un plan de manejo.

Considerando la composición variable de los RCD debe tomarse en cuenta la norma NADF-024-AMBT-2013 que establece los criterios y especificaciones técnicas para la separación, clasificación selectiva y el almacenamiento.

2.2 Ciclo cerrado

A lo largo de la sociedad moderna se han desarrollado diversos sistemas económicos, políticos y sociales sobre los cuales se basan las actividades productivas y los ciclos de trabajo a los que se ha sometido el ser humano.

Hoy en día se encuentra el modelo económico capitalista que inició sus bases desde el comercio primitivo en el cual se intercambiaban productos por actividades, servicios o diferentes materiales a lo cual podríamos denominar como: mercados. Un mercado es un dispositivo social que se auto regula y está compuesto por el proceso de intercambio de bienes o servicios en los que puede intervenir o no un activo como dinero, semillas, objetos, etc.

Los mercados están regidos por la oferta y la demanda de bienes y servicios y el precio se determina mediante el costo fijo y el costo variable el cual está constituido por materias primas y mano de obra, además de contemplar factores como márgenes de ganancia.

Para que un individuo o empresa pueda ser un consumidor requiere de percibir un ingreso, lo que lleva a la distribución de ingresos en los que consumidores y compradores activan la economía a través de diferentes actividades. La demanda es generada por las necesidades o deseos de los consumidores, sin embargo, está limitada por la capacidad económica de los mismos.

La demanda puede ser funcional de acuerdo con las cualidades inherentes del bien o servicio. O puede ser no funcional por efectos como la imitación provocada por la necesidad de copiar, el efecto esnob, producto de la disminución de la demanda y el deseo de ser diferente y el efecto Veblen en el que la demanda se incrementa porque el precio del bien o servicio presenta costos elevados a la par. Esto lleva a la especulación del mercado en la que los consumidores realizan compras esperando que suba el precio del bien o cuestión llevando a variaciones en las curvas de demanda. (Huerta, 2016)

La ONU espera que la población mundial alcance los 8,500 millones de habitantes en el 2030, 9,700 millones para el 2050 y 11,200 millones para el 2100. Considerando que según la UNESCO se presenta un incremento con un ritmo promedio de 80 millones de personas al año da como resultado la necesidad de desarrollo de infraestructura para vivienda, desplazamiento y áreas de trabajo. En la mayor parte de países desarrollados o en vías de desarrollo es común que las familias hereden y acumulen bienes, lo que lleva consigo un incremento gradual de la clase media y con ello la capacidad económica llevando a incrementos en las curvas de oferta y demanda, trayendo consigo la necesidad de consumir recursos naturales y energéticos. Se estima que el ser humano en la actualidad consume 50% más de los recursos que se extraían hace 30 años con un promedio de 60,000 millones de toneladas de materias primas al año.

La necesidad de crear infraestructura u obras civiles conlleva a una fuerte demanda de recursos que traen consigo problemas secundarios como la deforestación, la FAO estima que desde 1990 al 2015 se han perdido 129 millones de hectáreas de bosque, lo que equivaldría a la totalidad de la superficie de Sudáfrica, lo cual constituye un impacto ambiental muy adverso ya que los bosques son los mecanismos de fijación, captura de CO₂ y regulación de gases de efecto invernadero. No solo los bosques son afectados de forma secundaria en la demanda de recursos para la construcción, sino

que el agua es un recurso que se consume de forma directa e indirecta para el procesamiento, extracción y transporte de materias primas, así como en los procesos constructivos que involucran altos volúmenes de agua potable para la fabricación de concretos. Esto es tan grave que la ONU estima que cerca de 1200 millones de personas o una quinta parte de la población mundial se encuentra asentada en zonas de escasez del vital líquido, mientras que 500 millones de personas corren el riesgo de entrar en estos parámetros. El agua no sólo es empleada en las sociedades modernas para su consumo u operaciones técnicas, sino que el 90% de la energía térmica requiere del consumo de agua llevando a incrementos en los costos futuros de la energía eléctrica.

El sector energético actualmente está dominado por el consumo de hidrocarburos fósiles, el Banco Mundial estima que el 81.2% de la energía proviene de estas fuentes y aunque su uso tiene una fuerte tendencia a la disminución por las fuentes de energías alternativas, no deja de ser un riesgo para el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero debido a que para realizar cualquier tipo de operación a nivel industrial se requiere una fuerte demanda energética en prácticamente todos los procesos.

El modelo de producción moderno está basado en un proceso que podría catalogarse como lineal debido a que comienza con la extracción de materias primas que son aquellas involucradas directamente en la elaboración del producto final y secundarias las cuales son empleadas para la elaboración sin que se encuentren directamente en el producto, como pudieran ser recursos hídricos o energéticos, posteriormente las materias primas son transportadas, procesadas y puestas a la venta en forma de productos los cuales al terminar su vida útil son desechados.

El concepto de economía circular podría entenderse como una filosofía que integra conceptos económicos, filosóficos, técnicos, científicos y sociológicos. Diversas disciplinas cooperan para dar forma a este concepto, buscando cambiar el sistema de administración de los recursos del planeta.

La economía circular pretende evitar las cadenas productivas de consumo lineales mediante la conservación del medio ambiente limitando el impacto antropogénico sobre este.

Algunos de los principios que rigen a la economía circular son la educación de consumidores, productores, diseñadores, auto producción de recursos dentro de los ambientes urbanos comprendiendo a estos como un ecosistema que no se encuentra aislado de la naturaleza y que es capaz de auto regenerarse e interactuar revirtiendo algunos de los daños que se han producido por el hombre. El desarrollo sostenible con capacidad regenerativa y adaptable permite que los

procesos cambien o evolucionen con la finalidad de eliminar los residuos o emplearlos directamente en la creación de nuevos productos, aplicando la visión de residuos como materias primas y no como desechos.

La implementación de bienes compartidos tiene muchas ventajas como la disminución de costos de amortización individuales, que evita el hiperconsumismo por parte de los usuarios y permite a las empresas enfocarse en el desarrollo de productos de mayor calidad empleando diferentes modelos de negocio como la renta del servicio y no la venta del producto como tal.

La economía circular también busca la creación de nuevas fuentes de empleo a través de cadenas de trabajo que reintegran materias primas a los ciclos productivos, disminuyendo costos de productos y garantizando el acceso a productos sostenibles en cualquier escala social.

El concepto integral de este ciclo económico busca disminuir el impacto medio ambiental, reduciendo las emisiones de CO₂, e implementar fuentes energéticas renovables disminuyendo el impacto del ser humano en el medio ambiente.

En la industria de la construcción se están desarrollando conceptos y tecnologías que ayudan a llevar a cabo la ejecución de la economía circular desde el diseño de los proyectos.

Una de estas estrategias es el Building Information Modeling (BIM), método que consiste en la elaboración de un plan de construcción, programación de vida útil y deconstrucción de las obras civiles, conectando a todos los actores involucrados en la obra durante las distintas etapas constructivas.

Durante el BIM se elabora un modelo digital detallado llamado gemelo el cual contiene información técnica como características de los materiales, procesos constructivos y datos espaciales. De este modo es posible elaborar un plan de deconstrucción futuro que permite efectuar un desmantelamiento controlado y sistematizado, ayudando a reutilizar sin ningún tratamiento hasta un 25% de los materiales y reciclar hasta el 70% de estos. (Bertino, 2021)

La elaboración de una base de datos que modela una infraestructura requiere de un complejo manejo de datos y para ello se han desarrollado múltiples métodos, uno de ellos es el PSO (Particle Swarm Optimization) o algoritmo de optimización de enjambre de partículas que utiliza un modelo matemático basado en información de partículas sociales que interactúan aleatoriamente para poder procesar todo el volumen de información. (Liu, 2015)

El diseño para la deconstrucción (D&D) es el proceso mediante el cual los edificios son diseñados para poder ser deconstruidos en lugar de demolidos basándose en planeación metodológica a futuro, reutilización de componentes y la resiliencia de materiales que puede entenderse como una reducción de las consecuencias continuas de un evento, como pudiera ser el desmantelamiento y reubicación de una estructura. Mediante la planeación de la resiliencia de materiales se espera la recuperación rápida de estos, para la cual debe ser considerada la resistencia de ellos para que puedan ser desmontados y reutilizados sin mermas. A su vez hay que considerar los costos de los recursos necesarios para efectuar los procedimientos de desmontaje seguro, así como el diseño de los manuales de elevación, carga estructural, modelos de elevaciones para la futura adaptabilidad, etc. (Grady, 2021)

Desde el punto de vista de la economía circular aplicada a los procesos constructivos es importante diferenciar entre la demolición y la deconstrucción ya que la primera consiste en la implementación de métodos destructivos para poder terminar con el ciclo de vida de una construcción y dar lugar al desarrollo de infraestructura nueva, mientras que la deconstrucción es el proceso reversible de la construcción que consiste en el desmantelamiento planeado metodológicamente modificando la vida útil de una edificación o en su caso, ser reubicada según los planes de crecimiento y desarrollo de una ciudad.

Este concepto no es nuevo y es visible en México en el Kiosco Morisco, el cual se encuentra en la Alameda de Santa María la Ribera, declarado como un monumento artístico de la nación por el Instituto de Antropología e Historia en 1972. Dicho kiosco presenta un diseño con influencia árabe similar al estilo de los moriscos del Ándalus. Es considerado como arquitectura estilo mudéjar y está constituido por una estructura sostenida por 44 pilares externos y 8 internos sobre los cuales se monta un domo coronado por un águila de bronce que devora una serpiente. Dicho kiosco fue diseñado por el ingeniero José Ramón Ibarrola quien fabricó la estructura de hierro para el Pabellón de México en la exposición mundial de Nueva Orleans y debido a que en ese entonces no existía en México plantas de fundición que pudieran elaborar estructuras de esa dimensión las piezas fueron fabricadas en Pittsburg, Estados Unidos. La estructura tiene la característica de que puede ser desmontable y reconstruida en cualquier otra zona, siendo un claro ejemplo del desarrollo del concepto de economía circular aplicada a la ingeniería civil proveniente de 1884. (Göbel, 2018)

Es importante considerar que los procesos de deconstrucción y demolición pueden ser combinados para optimizar los métodos para dar fin a la vida útil de una obra civil.

La deconstrucción puede dividirse en estructural y no estructural que se basan en el desmantelamiento de elementos estructurales como vigas de cimentación, zócalos de cimentación, muros de carga, bóvedas, losas, rampas, etc. Y elementos no estructurales como muros de relleno, puertas, ventanas, pisos, sistemas sanitarios, sistemas eléctricos, etc. (Bertino, 2021)

Mediante la implementación de las técnicas anteriormente mencionadas es posible reintegrar los elementos y materiales utilizados durante el desarrollo de infraestructura con la finalidad de crear un ecosistema que pueda interactuar de forma amigable con la naturaleza reintegrándose a ésta y autogenerando las necesidades básicas de este.

2.3 Características de los residuos de la demolición y construcción

Los residuos de la demolición y construcción son muy diversos y están constituidos por diferentes materiales los cuales pueden variar según las dimensiones, características y temporalidad en el ciclo de vida de una infraestructura.

Una construcción presenta diferentes procesos que pueden ser agrupados temporalmente en diseño, producción, construcción, uso o aplicación y fin de vida útil. Pero la generación de residuos comienza con la producción debido a que es cuando se extraen y transforman los recursos necesarios para la adaptación y aplicación en las obras constructivas demandando una gran cantidad de recursos, la generación continúa con la construcción en la que se emplean diferentes materiales y recursos que no son incluidos en el proyecto final como pudiera ser madera, bases de cimbra o cercas perimetrales. Durante la vida útil se realizan procesos de remodelación o mantenimiento generando residuos de diversa índole.

El fin de la vida útil de una obra civil puede producirse por diferentes factores tanto antropogénicos como naturales.

El crecimiento gradual en cualquier país o zona urbana da como resultado la creación, modificación y expansión de infraestructura la cual genera residuos que pueden ser controlados, estimados, procesados y llevados a disposición final. Además de que toda obra civil presenta cierto periodo de vida útil para la que fue planeada originalmente.

Los eventos extraordinarios naturales presentan elevadas tasas de generación debido a que la mayoría se producen en cortos periodos de tiempo con resultados de gran magnitud. Entre los eventos de generación extraordinaria más comunes están los sismos, huracanes, tornados, incendios forestales, erupciones volcánicas y tsunamis.

Un ejemplo de esto es el sismo que se produjo en la Ciudad de México el 19 de septiembre de 1985 en el cual se tiene estimado que se produjo un total de 658 796 m³ de residuos de demolición y construcción. (Fundación Ica, 1988)

Independientemente de los eventos extraordinarios, diario se producen eventos naturales ordinarios que producen gradualmente la pérdida de infraestructura como, fallas geológicas, crecimiento de cauces de ríos en temporadas de lluvia, subsidencia o simplemente el crecimiento de vegetación excesiva sobre estructuras.

A su vez se presentan eventos extraordinarios de origen antropogénico con elevadas tasas de generación de residuos de demolición y construcción, como, terrorismo, narcotráfico, fallas en infraestructura de transporte, guerras y revoluciones políticas.

Este tipo de eventos extraordinarios producidos por el ser humano fueron visibles el 11 de septiembre de 2001 cuando un ataque terrorista provocado en las torres gemelas generó el derrumbe de éstas, produciendo un millón de toneladas de residuos de demolición y construcción, lo que equivalía a la misma cantidad de residuos que se generaban durante diez días en todo Estados Unidos. (El País, 2001).

Las características precisas, porcentajes y tasas de generación no son aplicables a toda obra o ciudad debido a que toda ciudad es un ecosistema cambiante que evoluciona y se adapta a las necesidades de la población.

La composición y separación de los residuos de demolición y construcción presenta variaciones debido a que en eventos extraordinarios no existe una planeación dando como resultado la pérdida de bienes materiales que se encuentran dentro de los inmuebles presentando grandes cantidades de residuos electrónicos, textiles, muebles, materiales orgánicos, entre otros que inevitablemente terminan mezclados con los residuos de la demolición creando residuos que no son viables para la separación *in situ*.

La variación de composición de los RCD no se debe únicamente a los diferentes eventos de generación, también influye el tipo de obra o infraestructura que se desarrolla como: obras portuarias, vías de comunicación, desarrollos de complejos industriales, infraestructura para el desarrollo de instituciones de salud, de energía que puede incluir instalaciones para la explotación,

transporte o conexión de servicios que pueden incluir corriente eléctrica o hidrocarburos, infraestructura hidráulica, etc.

Dado que las características que requiere la instalación de ductos que transportan hidrocarburos son diferentes a las que requiere la construcción de un hospital, las características de los materiales y las metodologías constructivas aplicadas, también lo son, por lo que las tasas de generación no pueden ser generalizadas, siendo distintas en porcentajes y composición.

La composición de este tipo de residuos está directamente relacionada con el tipo de infraestructura y periodo temporal en su ciclo de vida.

2.4 Materiales de construcción

La búsqueda de un lugar de resguardo ante las inclemencias del clima y posibles ataques de depredadores va de la mano de la evolución misma del hombre y su conformación como seres pensantes como se ha comprobado en la cueva de Wonderwerk en Sudáfrica, conformada como la gruta más antigua poblada del mundo, en la que se encontraron evidencias de uso de fuego y fabricación de herramientas iniciando ahí el largo camino que nos ha llevado a la supervivencia y la construcción de un hogar.

A lo largo de la historia se han empleado múltiples materiales de construcción que van arraigados con el desarrollo cultural de cada población, la cual nos acompaña hasta hoy en día.

Los materiales de construcción pueden dividirse en: naturales y sintéticos, dentro de los materiales naturales podemos encontrar fibras tejidas para la elaboración de cuerdas, estructuras o telas, barro o arcilla, rocas, ramas, hielo, madera, hojas, etc.

Mientras que en los materiales sintéticos podemos encontrar: cerámica, concreto e inclusive hasta materiales compuestos. El uso de los materiales va ligado también a las regiones geográficas y el alcance que se tenga a estos, como lo es en Asia donde buena parte de los materiales de construcción están conformados por estructuras de bambú, carrizo o tela. O en algunas regiones del continente africano se emplean arcillas y entramados de ramas.

Mediante la globalización se ha ido estandarizando el uso de algunos materiales generando mayores demandas de recursos tanto económicos como naturales.

A continuación, se mencionan algunos materiales de construcción y una clasificación básica de estos. (Chazán, 2021), (Gutiérrez, 2019)

2.4.1 Materiales pétreos

Los materiales pétreos involucrados en el desarrollo de la industria de la construcción se extraen directamente de la naturaleza provenientes de bancos de materiales, los cuales presentan diferentes características según los procesos genéticos de formación como competencias mecánicas, densidad, durabilidad, dureza, propiedades térmicas, propiedades de conductividad eléctrica, permeabilidad, reactividad acorde a la meteorización, elasticidad, etc.

La resistencia de los agregados pétreos puede clasificarse en 5 grupos:

- Clase A: con resistencia de 2250 kg/cm²
- Clase B: con resistencia de 1125 a 2250 kg/cm²
- Clase C: con resistencia de 560 a 1125 kg/cm²
- Clase D: con resistencia de 280 a 560 kg/cm²
- Clase E: con resistencia de 70 a 280 kg/cm²

Los materiales pétreos o rocas pueden clasificarse según la naturaleza de formación como rocas ígneas que son aquellas formadas a partir de la cristalización de un fluido magmático y dicha cristalización puede darse dentro de la corteza terrestre dando lugar a las rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas se cristalizan en la superficie, producto de aparatos volcánicos o magmas fisurales y dan resultado a las rocas ígneas intrusivas, éstas se caracterizan por desarrollar cristales de mayor magnitud, mientras que las rocas extrusivas presentan grandes porcentajes de vidrio y cristales menos evolucionados.

El comportamiento evolutivo de los magmas está relacionado con su composición química, que puede clasificarse como rocas ácidas o básicas diferenciadas por su composición química, evolución dentro de la corteza terrestre y relación espacio temporal. Estos grupos de rocas son empleados en la industria de la ingeniería civil para la producción de agregados.

Los materiales pétreos conformados por rocas sedimentarias son aquellos que se producen por procesos sedimentarios detríticos o químicos. Los procesos detríticos son los que se forman a través del depósito, litificación y recristalización de materiales provenientes de diversa índole como materiales ígneos, metamórficos o sedimentarios meteorizados. Mientras que, los procesos sedimentarios químicos y bioquímicos son producto de la cristalización a partir de fluidos mineralizados y actividad biológica. Los ambientes que dan lugar a las rocas sedimentarias químicas

y bioquímicas son muy diversos como plataformas oceánicas carbonatadas, zonas con procesos kársticos, lagunas, arrecifes coralinos, atolones, etc.

Los materiales pétreos provenientes de procesos sedimentarios carbonatados son una materia prima idónea para la construcción debido a que cuando se encuentran en contacto con cementantes presentan baja reactividad con pocos procesos de recristalización que pudieran alterar las características de competencia mecánica de los concretos.

Las rocas metamórficas se generan cuando se producen eventos de recristalización y mineralización a partir de contactos térmicos con cuerpos intrusivos generando metamorfismos de contacto o cuando eventos tectónicos dan lugar a esfuerzos que producen elevadas presiones dando lugar a incrementos de temperatura y transporte de fluidos mineralizados, fluidos conatos que crean metamorfismos regionales.

Debido a las características que presentan la mayoría de las rocas metamórficas estas son empleadas junto con materiales cerámicos para decoración y elementos arquitectónicos exteriores en edificios.

2.4.2 Materiales cerámicos

Las rocas no solo aportan agregados de diferente gradación, sino que permiten el desarrollo de cementantes y cerámicos para la elaboración de concretos, bloques, planchas, losas, etc.

Los materiales cerámicos son el producto del procesamiento de diferentes tipos de materias primas minerales que se han sometido a tratamientos térmicos. Para la elaboración de materiales cerámicos se utilizan materias primas como arcillas, desengrasantes, fundentes o aditivos que favorezcan la vitrificación, agua y colorantes.

Los cerámicos pueden ser clasificados por textura, características mecánicas, geometría y aplicación ya que dentro de estos se encuentran los ladrillos o bloques, tejas, baldosas, bovedillas, azulejos, porcelanas, etc.

2.4.3 Materiales aglomerantes y conglomerantes

Este tipo de materiales presentan las características de cohesión y adherencia que permiten aplicarse en la unión de diferentes elementos constructivos.

Dentro de este grupo de materiales podemos encontrar el yeso compuesto por sulfato de calcio ampliamente utilizado en la cubierta de superficies, fabricación de muros falsos, etc.

El cemento es uno de los materiales constructivos más versátiles y se obtiene a partir de caliza, arcilla, portlandita y yeso hidratado.

Los cementos pueden dividirse en: cementos comunes con bajo calor de hidratación y dentro de esta clasificación se encuentra el cemento portland, siendo este uno de los más versátiles, también encontramos los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial con elevado contenido de masa de escoria granulada, también existen los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación entre los que se encuentran los concretos puzolánicos con contenidos de 36% a 55% en masa puzolánica natural siendo empleados en ambientes de alta reactividad como obras mineras, los cementos de aluminio y calcio se obtienen a partir de una mezcla de materiales aluminosos y calcáreos sometidos a tratamientos térmicos y de albañilería compuestos a su vez por cemento portland son enriquecidos con aditivos durante su fabricación y son empleados en la mayor parte de obras de pequeña escala.

En la industria se han desarrollado tecnologías de materiales cementantes dando como resultado la creación de cementos resistentes a los sulfatos teniendo poca reactividad con estos, también se han constituido cementos resistentes al agua de mar permitiendo desarrollar una vida útil, competente en ambientes salinos con elevadas cargas iónicas sin sufrir fuertes alteraciones, de igual forma se han desarrollado cementos específicos para múltiples procesos de la industria civil.

Los cementos específicos se han perfeccionado para aplicaciones que pudieran ser el área estructural para su uso en concreto en masa, armado, pretensado, prefabricados, de alta resistencia, para reparaciones rápidas, desencofrado y descimbrado rápido, proyectado y concretos con áridos para zonas potencialmente reactivas específicas.

Los cementos pueden subdividirse en sus aplicaciones estructurales como los que se utilizan en cimentaciones, obras portuarias y marinas, aeropuertos, aplicaciones no estructurales que pudieran incluir rellenos de zanjas y soldado de pavimentos, además de los cementos para albañilería de gran versatilidad.

Al conocer las características de los diferentes cementos podemos comprender que dentro de los residuos de demolición y construcción se encuentran diversas aplicaciones o procesos donde fueron utilizados. Para poder realizar un óptimo tratamiento, procesamiento o reintegración al ciclo de vida como agregados en proyectos específicos.

Para identificar y procesar los tipos de cemento de forma óptima se realizan diferentes tipos de ensayos entre los que encuentran: pruebas de resistencia mecánica, determinación de pérdida por calcinación, ensayos de puzolanicidad, determinación de calor de hidratación, tiempo de fraguado, residuos insolubles, contenido de sulfatos y cloruros, determinación de álcalis, determinación de óxido de aluminio, etc.

2.4.4 Materiales pétreos aglomerados y conglomerados

Se elaboran al combinar materiales aglomerantes o conglomerantes con agua y materiales pétreos, procesados, orgánicos, etc. Se pueden dividir en pétreos aglomerados de arcilla como adobes, arcillas con materiales orgánicos comprimidos y secados al aire, pétreos conglomerados de yeso como puede ser la tabla roca compuesta por cartón y núcleos de yeso, pétreos conglomerados de cemento, entre los que se incluyen bloques de cemento u hormigón, baldosas hidráulicas, baldosas hidráulicas con terrazo, adoquines, morteros y hormigones, bordillos de hormigón en masa, celosías de cemento u hormigón, tejas, bovedillas y fibrocemento.

Conocer este grupo de materiales constructivos permite saber su funcionalidad como agregados tras el procesamiento de estos, como residuos, además de realizar un diseño previo y posterior dentro de la economía circular incluyendo su aplicación previa y deconstrucción posterior.

2.4.5 Morteros y concretos

Los morteros son una mezcla compuesta por un material conglomerante o aglomerante, adicionada con algún tipo de agregado natural o artificial, agua y aditivos en caso de ser necesario.

El concreto es una mezcla de materiales conglomerados compuestos por cemento, áridos gruesos y finos, agua y aditivos en caso de ser necesario.

Los morteros y concretos presentan diferentes propiedades en estado fresco y en estado endurecido. En estado fresco las principales propiedades son: la trabajabilidad o facultad para ser manejado, plasticidad, homogeneidad, peso específico, compatibilidad, comportamiento ante variaciones térmicas extremas y contenido de aire.

En estado endurecido presentan propiedades como: peso específico, permeabilidad del agua y absorción de esta, deformabilidad, durabilidad, resistencia a tracción y compresión, adherencia o resistencia de unión, resistencia a la abrasión y conductividad térmica.

Los morteros pueden clasificarse por el tipo de conglomerante y aglomerante, como morteros de cemento compuestos por arena, agua, cemento y aditivos, mortero de cal compuesto por cemento

y cal, además de arena, agua y aditivos, mortero de yeso, cemento y cal hidráulica, yeso y cal hidráulica.

Los concretos pueden clasificarse en masa; compuesto por áridos, agua, cemento y aditivos, concreto armado; con barras de acero o armaduras, concreto postensado; con armaduras sometidas a alta tensión o estiramiento, concreto ciclópeo; compuesto por concreto postensado adicionado con áridos gruesos, concreto centrifugado; concreto continuo o discontinuos; con áridos continuos o discontinuos y concretos especiales; como ligeros, de alta resistencia, refractarios, pesados, reforzados, adicionados con polímeros, proyectados, etc.

Los concretos y morteros pueden ser evaluados mediante diferentes ensayos buscando determinar aspectos como la consistencia, utilizando pruebas como índice de revenimiento y compresión simple sometiéndose a diferentes esfuerzos axiales, determinación de profundidad de penetración del agua, determinación de flexo tracción, velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos, etc.

2.4.6 Materiales metálicos

Los materiales metálicos forman parte de múltiples elementos estructurales y no estructurales dentro de las infraestructuras y presentan múltiples propiedades como resistencia a la tracción, a la compresión, al esfuerzo, fatiga, dureza, límites elásticos y plásticos, tenacidad, soldabilidad, conductividad térmica, conductividad eléctrica, oxidación, corrosión, etc.

Los materiales metálicos en el ámbito constructivo se dividen en: ferrosos y no ferrosos debido a que en la aplicación estructural los materiales ferrosos ocupan la mayor cantidad de aplicaciones actuales.

Los materiales ferrosos son constituidos por hierro fundido con un porcentaje de carbono de entre 2.6% y 4.3% con un máximo de 10% de otros metales como el hierro colado con un porcentaje de carbono de 1.28% a 6% y menos del 10% de otros metales, hierro dulce con un porcentaje de carbono de 0.05% a 0.2% y ausencia total de otros elementos metálicos, acero con un porcentaje de carbono de 0.05% a 2% y aleación de algunos otros elementos como Mn, Si, S y P, aceros inoxidables con un porcentaje de carbono entre 0.08% y 0.5% y aleaciones de cromo, níquel, Mb y W además de que en algunos casos puede contener Mn, Si, S y P.

Los aceros pueden encontrarse según la clasificación de su uso en aceros estructurales, aceros de uso general, aceros para armaduras empleadas en hormigón las cuales pueden ser activas siendo pretensadas y postensadas o pasivas empleadas en hormigón armado.

Las armaduras pasivas en el hormigón pueden ser elaboradas a partir de barras rectas de acero corrugado, ferralla armada que es un grupo de armaduras de barras de acero corrugado unidas mediante alambre o soldadura, mallas electrosoldadas elaboradas a partir de barras rectas de acero y alambre corrugado y armaduras básicas electrosoldadas en celosía que son estructuras espaciales formadas por cordones longitudinales.

Los elementos estructurales de acero presentan diferentes configuraciones que pueden ayudar a incrementar la resistencia de estos como la elaboración de vigas con diferentes perfiles o planos, varillas con diferentes geometrías, paneles con chapas onduladas, grecadas, inervadas, cables, compuestos por filamentos especiales, etc.

Los metales no ferrosos más comunes dentro del ámbito constructivo son el cobre, el zinc y el aluminio por sus diversas aplicaciones.

El zinc es empleado en múltiples acabados o soportes en forma de planchas, chapas o paneles, además de recubrimientos y fabricación de algunas tuberías.

El aluminio ha tomado un gran auge en el ámbito constructivo de países donde los climas son fríos debido a que ayuda a la construcción de soportes para el aislamiento térmico dentro de edificios y hogares, mediante estructuras elaboradas con perfiles de distintas geometrías prefabricadas.

Dentro de una construcción podemos encontrar el aluminio en perfiles de ventanas, techos falsos, uniones de paneles, conductores eléctricos, radiadores, instalaciones de climatización, persianas, elementos decorativos, revestimientos ligeros, cubiertas, postes y farolas, fachadas, pinturas, etc.

El cobre es un metal muy versátil ya que por las características físicas y químicas que tiene es empleado en la elaboración de tuberías, instalaciones eléctricas, etc. Dado que este metal es aplicado dentro de la obra civil en este tipo de instalaciones hidráulicas y eléctricas deben estar contemplados en los planes deconstructivos para poder realizar un aprovechamiento efectivo con una adecuada separación para la reintegración en el ámbito de la economía circular.

2.4.7 Materiales orgánicos

Este grupo de materiales contempla diferentes compuestos vegetales provenientes de la naturaleza ya sea de forma directa o indirecta, dentro de los materiales orgánicos podemos encontrar: plásticos con fórmulas químicas de macromoléculas orgánicas con carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, madera proveniente del tejido estructural vegetal de los árboles, corcho obtenido de la corteza de

algunos árboles, fibras de distintos grupos de plantas como algodón, lino, yute, cáñamo y esparto, linóleo compuesto por yute, corcho, resinas, aceite de linaza y colorantes, etc.

Al ser un tejido vegetal la madera presenta propiedades de disposición anisotrópicas, dichas direcciones están determinadas por el crecimiento de la materia vegetal, tipo de árbol y zona de crecimiento de este, lo que también confiere la propiedad de densidad que varía de entre 0.3 a 0.9 g/cm³ en promedio. La madera presenta un porcentaje de humedad de entre el 30% al 10% en promedio, la cual depende del tipo de madera, proceso de secado o curado y humedad ambiental. La madera presenta conductividad térmica baja lo que la hace ideal para pequeñas construcciones en zonas con climas extremos.

Al ser un material anisotrópico las propiedades mecánicas de la madera varían conforme a la dirección de crecimiento en las fibras por lo que las características de densidad, elasticidad, impermeabilidad, acústica, etc. varían en diferentes direcciones de este material.

La madera la podemos encontrar dentro de elementos estructurales como entramados, encofrados, apeos y apuntalamientos, cimbras, tableros, postes, escaleras, herramientas, marcos, etc. Además de elementos no estructurales como muebles, revestimientos laminares, barandillas, persianas, aislamiento térmico y acústico, etc.

El corcho también es usado como aislamiento térmico, absorción acústica y de vibraciones, relleno de juntas, falsos techos, revestimiento de paredes, etc.

Para determinar las características físicas de la madera y saber cómo puede ser empleada tanto en la construcción como en el procesamiento tras la vida útil de la construcción, se pueden realizar ensayos para determinar la densidad, capacidad de hinchamiento, ensayo de dureza, compresión, flexión, tracción, esfuerzo cortante, resistencia a compresión paralela, análisis de compresión perpendicular a las fibras, resistencia a la atracción paralela a las fibras, etc.

Los productos bituminosos están formados por hidrocarburos o derivados de estos y son desarrollados por la destilación o modificación polimérica de derivados de petróleo. Hoy en día existen procedimientos que permiten adicionar a los bitúmenes materias primas recicladas provenientes del caucho, así como algunos materiales derivados del procesamiento de plásticos.

Los bitúmenes pueden ser clasificados, como bitúmenes asfálticos, asfálticos modificados, fluidificados para riego de imprimación, fluxados, asfaltos, alquitranes, emulsiones, lechadas, etc.

Los bitúmenes pueden ser aplicados en distintos tipos de mezclas como: calientes tipo concreto bituminoso, conformado por el bitumen, áridos y aditivos, mezclas en frío formadas por áridos gruesos y emulsiones bituminosas en frío, mezclas bituminosas drenantes o porosas, microaglomerados con áridos de granulometría menor a 10mm, mezclas bituminosas de alto módulo con elevados rangos de elasticidad, etc.

Estos materiales presentan características de envejecimiento en las que al pasar el tiempo pierden las propiedades de viscosidad, ductibilidad, adherencia y permeabilidad baja, se debe a que al estar constituidos por hidrocarburos presentan evaporación.

Algunos de los criterios de clasificación de los plásticos pueden ser la temperatura de fusión de estos y su comportamiento, separándose en termoplásticos que se desarrollan al ser calentados y sometidos a presiones de deformación para la fabricación de diferentes componentes y pueden estar constituidos por ésteres de celulosa, polimetacrilato de metilo, poliacrilonitrilo, poliamida, poliestireno, policloruro de vinilo, poliolefínicos, policarbonatos, etc. Los plásticos termoestables tienen la característica de permanecer insolubles hasta que alcanzan la temperatura de descomposición la cual suele ser elevada en comparación con la de los termoplásticos, no son moldeables y no adquieren plasticidad, los principales plásticos termoestables se componen por resinas de silicona, poliéster, poliuretano, epoxi, melamínicas y fenólicas. Una característica común en los plásticos termoestables es que suelen combinarse con otro tipo de materiales dando como resultado compuestos de alta resistencia como la fibra de carbono, la aramida, la fibra de vidrio, etc. Los elastómeros al igual que los plásticos termoestables son insolubles y no fluyen hasta alcanzar la temperatura de descomposición la cual es mayor a la de los termoestables y no son termoconformables y los más comunes son: el caucho, el látex y el neopreno.

Como materiales de construcción plásticos en forma de paneles reforzados con fibra de vidrio, rellenos de poliestireno para la colocación o montaje de techos ligeros e insulaciones, perfiles, espumas aislantes de acústica y térmicos, burletes para aislamientos en puertas y ventanas, casetones, tuberías y piezas especiales como codos y conectores, baldosas de plástico, membranas, cintas o bandas, fibras o textiles, geotextiles empleados para la separación de construcciones y suelos, etc.

Tras la vida útil de los plásticos dentro de la instalación a la que fueron destinados pueden realizarse diversas pruebas para conocer sus aptitudes y conocer cómo ser empleados en la reutilización y

aprovechamiento de estos. Dichas pruebas están constituidas por la determinación de la densidad, de la dureza, resistencia a la compresión, a la tracción, a la flexión y determinación de resistencia química para conocer la reactividad que puede tener ante diversas disoluciones, entre las que están ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, alcohol etílico y cloruro de sodio.

2.4.8 Suelos

Los suelos son uno de los aspectos más importantes en la construcción de toda obra civil debido a que sobre estos se va a colocar la infraestructura, al conocer las características que integran a los suelos es posible determinar los requerimientos para que una obra se lleve a cabo. Al conocer el tipo de suelos presente en una obra podemos saber cómo proceder para manejarlos y en el caso de que estos no puedan ser reintegrados al proyecto es necesario contar con un plan de manejo integral de estos desde la generación, almacenamiento u obras de patio, transporte, procesamiento y disposición final de estos siguiendo en todo momento las normatividades y leyes para la gestión.

Los suelos presentan características físicas, químicas y biológicas que inician su vida a partir de la roca madre que determina las características anteriormente mencionadas gracias a su interacción con el medio ambiente.

La mineralogía de los suelos es la que determina la composición de estos aportando los minerales primarios y secundarios que los componen.

Los suelos están compuestos por partículas minerales y orgánicas con distinto tamaño y la textura de los suelos se determina por las diferentes características granulométricas de estos. La clasificación de los suelos según la granulometría de Atterberg inicia con las arcillas con dimensiones de partícula menores a 0.002mm, continúa con los limos con dimensiones menores a 0.02mm, posteriormente las arenas finas con dimensiones menores a 0.2 mm, luego la arena gruesa menor a 2 mm, seguido de la grava fina menor a 5 mm, seguiría la grava menor a 10 mm y luego la grava gruesa menor a 20 mm y posteriormente guijarros superiores a los 20 mm.

Los suelos están compuestos por múltiples grupos minerales, sin embargo, existen grupos representativos de estos uno de ellos es el grupo de los silicatos, los cuales constituyen el 95% de los minerales de la corteza terrestre, los cuales tienen diferentes curvas de estabilidad en el medio ambiente, yendo desde el olivino, la plagioclasa cálcica, augita, plagioclasa cálcica sódica, hornblenda, plagioclasa sódica cálcica, biotita, plagioclasa sódica, feldespato potásico, muscovita y cuarzo.

Los minerales arcillosos compuestos por filosilicatos presentan características estructurales específicas dado su ordenamiento molecular, lo que les confiere las características de estas como lo es su carga iónica, su coeficiente de permeabilidad bajo y sus límites elásticos y plásticos que dan como resultado el comportamiento específico que puede presentarse en el terreno en el que se desarrolle la obra.

2.4.9 Materiales químicos

Dado el mundo de posibilidades y desarrollos tecnológicos que se han realizado a la par de la conformación de la industria de la construcción, la industria química ofrece un enorme abanico de posibilidades y aplicaciones de diversos productos para múltiples procesos dentro de la industria optimizando prácticamente todos los procesos. Los principales productos químicos utilizados se pueden agrupar en:

-Aditivos de concreto: Estos permiten mejorar las propiedades de los materiales cementantes dando como resultado la reducción de costos, al aumentar la calidad de estos. Los aditivos puede agruparse por sus funciones en: aditivos incorporadores de aire (tipo AA), reductores de agua (tipo A), reducción de agua y retardante (tipo D), de reducción de agua y acelerante (tipo E), reducción de agua de alto rango (tipo F), reducción de agua de alto rango y retardante (tipo G), plastificantes (tipo F2), superplastificantes y retardantes (tipo G2), aceleradores (tipo C), retardadores (tipo B), de control de hidratación, de resistencia (tipo C2), inhibidores de corrosión, reductores de concentración, inhibidores de reacción álcali-agregado, aditivos colorantes, para mejorar la trabajabilidad, aumento de adherencia, de disminución de permeabilidad, impermeabilizantes, antideslaves, auxiliares de bombeo, expansores y germicidas. (NMX-C-255-ONNCCE-2013)

-Aceites y lubricantes: Se puede entender como un lubricante a una sustancia que presenta la capacidad de disminuir la fricción y el desgaste entre dos o más superficies móviles permitiendo disminuir la temperatura, los contaminantes, proteger de corrosión, transmitir fuerza y sellar. Los aceites y lubricantes suelen contener diferentes porcentajes de aditivos según sus aplicaciones presentando de 1% a 25% de estos en promedio.

Aunque existen aceites de origen vegetal o animal hoy en día en la industria se emplean lubricantes y aceites procesados derivados del petróleo con composiciones químicas que los agrupan principalmente en aromáticos, parafínicos y naftélicos dividiéndolos a su vez por su proceso u origen de producción como lo son los minerales derivados de la refinación del petróleo y los sintéticos derivados de procesamientos complejos de la industria petroquímica.

Los aditivos dentro de los lubricantes realizan mejoras en el funcionamiento de diferentes componentes ayudando a obtener altas velocidades con bajas cargas, velocidades y cargas moderadas o bajas velocidades y cargas altas y dichos aditivos funcionan como agentes antidesgaste, agentes de extrema presión, detergentes o neutralizadores de ácido, dispersantes, mejoradores de índice de viscosidad y dispersores de fluidez.

-Adhesivos: Los adhesivos son sustancias que permiten unir superficies o materiales por medio de diferentes mecanismos derivados de su composición química basada en macromoléculas presentando diferentes fuerzas intermoleculares según el tipo de estos.

Los adhesivos se pueden dividir en adhesivos reactivos y no reactivos, los primeros presentan enlaces permanentes entre las superficies ayudando a prevenir la resistencia al ataque químico, humedad y calor. Este tipo de adhesivos suelen ayudarse de enlaces covalentes, las cuales dan como resultado la formación de macromoléculas que unen a dos o más superficies. Las macromoléculas tienen la característica de presentar un peso molecular relativamente alto y tener repeticiones de unidades constituidas por moléculas de bajo peso molecular. Las macromoléculas también son conocidas o denominadas polímeros y la reacción de polimerización es el proceso de convertir mezclas de monómeros o moléculas de bajo peso en polímeros, durante esta reacción se generan nuevos enlaces y es común observar el cambio de fase de estado líquido a sólido. Además de la reacción de polimerización es común que se generen centros reactivos o grupos funcionales dentro de los monómeros de las cuales emanan cadenas poliméricas incrementando el peso molecular y disminuyendo la movilidad generando un polímero de entrecruzamiento mediante una reacción del mismo nombre.

Los adhesivos no reactivos son aquellos en los que no ocurre una reacción química de polimerización, sino que desde un principio están constituidos por polímeros termoplásticos los cuales generalmente son llevados a un estado líquido o de reblandecimiento por variaciones o incrementos en la temperatura y la adhesión se produce una vez que el material solidifica. (Villalobos, 2019)

-Aditivos fundentes: Los fundentes están compuestos por materiales que permiten mejorar las características y los procesos de la fundición disminuyendo o incrementando puntos de fusión, eliminar escorias y facilitar la formación de aleaciones entre los principales fundentes se encuentra la fluorita compuesta por calcio y flúor y los boratos que son minerales que contienen oxoaniones

de boro y aportan propiedades para el refinamiento, endurecimiento, quebrantadura de nitrógeno, ductibilidad de flujo, absorción de neutrones y como capa fundente para prevenir oxidación. (McCAnn, 2021)

-Anticongelantes: Los anticongelantes son aditivos que se agregan a líquidos para reducir el punto de solidificación y al mismo tiempo es empleado dentro de motores de combustión para la disminución de temperatura de estos durante su ciclo termodinámico, esto ocurre debido a que los anticongelantes presentan elevados puntos de ebullición y conductividad térmica.

Por lo general la composición química de los anticongelantes es de agua y glicoles usando de forma comercial mayormente el etilenglicol. (García, 2013)

-Barnices, lacas y resinas: Este tipo de materiales son usados en la industria en diferentes procesos para recubrimientos de materiales con la finalidad de protegerlos de la meteorización, desgaste, luz ultravioleta, reacciones redox, ambientes altamente reactivos, etc. Dichos materiales pueden dividirse en: naturales y sintéticos y pueden provenir de diversas fuentes como resinas de componentes vegetales proveniente de madera y cactáceas, además de esto existen recubrimientos a base de hidrocarburos los cuales pueden llevar ciertos procesos de desmineralización para generar barnices o resinas sintéticas.

En la industria es común usar combinaciones de estos, ya que en acabados de lujo como maderas importadas para barandas de escaleras, muebles o detalles en paredes son empleados recubrimientos de origen vegetal con mezclas de aceites basados en semillas como la del lino. Sin embargo, en ambientes industriales para recubrimientos de maquinaria o secciones estructurales es común el uso de resinas epóxicas o de etexilina que son productos polimerizados con terminales de grupos epoxi y fabricadas a partir de bisfenol y epicloridrina. Estas resinas no tienen la capacidad de regenerar cadenas de polimerización por sí solas, por lo que necesitan catalizadores de formación reticular como las aminas o ácidos grasos que en algunos casos son de carácter termofijo a la resina. (Camargo, 1980)

-Combustibles: Los combustibles son sustancias que al someterse a oxidación da lugar a una reacción exotérmica liberando energía y pueden presentarse en estado sólido como materiales ricos en carbono que pueden ser minerales como antracita o vegetales como la turba, madera, caucho, etc. Los combustibles líquidos pueden estar constituidos por derivados del petróleo como gasolina,

diésel, turbosina, entre otros, mientras que los de origen vegetal pueden estar constituidos por aceites de leguminosas o vegetales y alcoholes derivados de la fermentación.

Los combustibles gaseosos por lo general son derivados del petróleo, sin embargo, también existen combustibles gaseosos de origen biológico como el biogás, sin embargo, hoy en día se está implementando el uso de combustibles alternativos como el hidrógeno. (Berasategui, 2011)

-Fluidos de perforación: Los fluidos de perforación son ampliamente utilizados en la industria de la construcción para diversos proyectos como pueden ser hidráulicos, geotérmicos, exploratorios, para cimentaciones, construcción e investigación para la extracción de hidrocarburos, etc. Un fluido de perforación también conocido como lodo es el componente más importante del proceso de la perforación de un pozo o base de cimentación, debido a que mediante este se sostienen las paredes del túnel y a la vez permite realizar exploraciones y ejecutar la operación reduciendo costos, tiempos y permitiendo atravesar materiales con diversas competencias mecánicas de forma eficaz.

El enfriamiento y lubricación de la barrenación se relaciona con el fluido de perforación, además de la estabilidad anteriormente mencionada permite tolerar el control de la presión de formación soportado por la presión hidrostática además de que reparte el soporte a la sarta del taladro y suspende los cortes y fragmentos de estos que ascienden a la superficie para el estudio y control de ésta. A su vez el lodo de perforación permite generar un sello o ademe entre las paredes evitando el flujo de agua que se encuentra bajo la tierra, los lodos se pueden separar en tipo niebla espumados con aire seco, tipo espuma con aguas y emulsionantes acompañados de corrientes de aire, aireados con bases de geles, bentónicos con bases de agua y bentonita, fosfáticos constituidos por lodos bentoníticos y dispersantes a base de fosfato, lodos cálcicos con lodos bentónicos ricos en arcillas cálcicas, lodos de polímeros acompañados de bentonita y polímeros floculantes, lodos salados con implementación de barita agua salada y bentonita, lodos CLS con bases de agua acompañadas de microlignitos y ligno sulfatos, CLS emulsionados que además del contenido anterior adicionan un porcentaje menor al 10% de diésel, lodos de emulsión inversa compuestos por agua, aceite, emulsionantes, estabilizadores y densificantes que pueden subdividirse en lodos base agua, inhibidos, de bajo contenido de sólidos y con base aceite o emulsión inversa.

Durante la elaboración de un lodo es importante considerar los factores de densidad, viscosidad, límites plásticos, gelatinización, punto sedente, filtrado, pH y cloruros.

Dado los diversos componentes de los lodos el manejo de estos como residuos debe ser considerado como residuo de manejo especial que a su vez dada la naturaleza del proceso lleva consigo residuos de la demolición y construcción.

-Solventes: Los solventes son sustancias que presentan la capacidad de disolver solutos mediante el proceso de homogeneización o disolución química. La aplicación de solventes en la industria se encuentra muy diversificada y los disolventes orgánicos son los más comunes presentando aplicaciones muy diversas en procesos como el desengrasado de metales, dilución de pinturas, limpieza, etc.

Los disolventes según su naturaleza química molecular se pueden dividir en: hidrocarburos alifáticos como hexano y heptano, hidrocarburos aromáticos como tolueno y xileno, hidrocarburos clorados como tricloroetano y cloruro de metilo, acetatos como de etilo y butilo, cetonas como acetona y metilisobutilcetona, alcoholes como el etanol e iso-propanol y glicoles como etilenglicol y propilenglicol. (Martínez, 1999)

-Selladores e impermeabilizantes: Las cubiertas impermeabilizantes y selladores conforman el cierre superior de múltiples infraestructuras y en algunos casos se combinan con superficies de desgaste y fungen como agentes ante la meteorización, aislación acústica y térmica, estabilidad ante cargas estructurales como la nieve o los peatones, arriostamiento para la estabilidad en la restricción transicional del entramado metálico y estanqueidad.

Existen diferentes tipos de cubiertas, como las planas que no contienen estructuras, transitables con cámaras de aire para soportar esfuerzos, pavimentos con orientaciones horizontales, losas con acero, catalanas con cámaras aislantes, de tráfico rodado para pasos vehiculares, de losa filtrante con placas aislantes, no transitables, las que trabajan de forma inversa proporcionando insonorización para el exterior o escape de humedad ambiental, techos verdes, cubiertas sumergibles para tirantes superiores a los 10 cm como fuentes o albercas, metálicas, espaciales con elementos estructurales y arquitectónicos y neumáticas.

Estas pueden estar compuestas por madera, cañas o bambú, cerámicos, rocas como pizarra o basalto, fibrocemento, placas de aluminio, cubiertas plásticas, vidrio, cubiertas asfálticas, aislamientos, falsos techos, caucho, adhesivos, espumas, polímeros, fibra de vidrio, materiales compuestos como fibras de carbono y aramida, etc.

-Retardantes de fuego: Los retardantes de fuego son sustancias que generalmente están constituidas por compuestos clorados y bromados que al estar en contacto con el fuego y altas temperaturas producen dioxinas y furanos bromados, clorados y bromoclorados, sustancias que son altamente tóxicas para el ser humano y el medio ambiente.

Este tipo de compuestos son usados en prácticamente todas las industrias adicionándolos a materiales con susceptibilidad a incendiarse y la industria de la construcción no es una excepción ya que emplea estos compuestos en la madera y materiales de insulación térmica.

-Pinturas: Las pinturas son recubrimientos que permiten dar color a las superficies, sin embargo, se han desarrollado recubrimientos con características específicas que pueden ayudar a la protección de diversos materiales. Las pinturas son películas continuas de espesor más o menos uniforme y sus componentes pueden variar con diferentes características según el tipo de estas. Cuando se habla de pinturas líquidas se pueden englobar sus ingredientes con composiciones de ligantes, resinas, polímeros o vehículos, cargas o componentes de relleno, pigmentos, disolventes y aditivos.

Los ligantes compuestos muchas veces por resinas permiten que las partículas sólidas de los pigmentos se encuentren unidas y confieren a las pinturas diversas propiedades físicas y químicas como adherencia, dureza, elasticidad y viscosidad.

Las cargas por lo general de naturaleza inorgánica aportan cuerpo, estructura y dinámica reológica de esta.

Los pigmentos son los compuestos orgánicos o inorgánicos que aportan el color y poder cubriente como puede ser el dióxido de titanio que aporta buenas propiedades de cobertura y poca degradación ambiental en comparación con otro tipo de bases blancas.

Los disolventes proporcionan a la pintura propiedades para su manejo y aplicación ayudando a controlar la viscosidad y consistencia, así como los tiempos de secado.

Los aditivos facilitan el proceso de fabricación de la pintura y permiten características como estabilidad, tiempos de secado, capacidad de dispersión, etc. (Alonso, 2020)

2.4.10 Materiales peligrosos

Los materiales peligrosos que pueden ser encontrados dentro de los RCD están constituidos principalmente por materiales biológicos, químicos y asbestos, que se encuentren mezclados con

los residuos, como pudieran ser roedores muertos, felinos y cánidos, que puedan producir enfermedades.

Es importante considerar a los materiales biológicos de origen animal, como materiales biológico-infecciosos y realizar el adecuado manejo sanitario de estos. Esto se debe a que pueden ser los responsables de la propagación de múltiples patologías y dispersar enfermedades infecciosas emergentes que son aquellas que aparecen por primera vez, o que habiendo existido previamente, aumentan su incidencia, virulencia, resistencia o distribución geográfica.

Las condiciones ideales para la aparición de una nueva enfermedad infecciosa se dan cuando se tiene una buena interacción entre los factores dependientes del microorganismo, del hospedador y del ambiente. Por lo que no se debe tomar a la ligera el adecuado manejo de los residuos biológico-infecciosos y menos considerando que al genoma humano le costó ocho millones de años evolucionar un 1%, mientras que el de un virus puede evolucionar un 1% en cuestión de días. El ambiente es un factor que puede ser controlado en el manejo de este tipo de residuos peligrosos y reduciendo la interacción de estos con el ser humano disminuyen el potencial de transmisión de una enfermedad zoonótica que son aquellas que pueden ser transmitidas de otras especies al ser humano.

Por otra parte, los materiales químicos deben ser considerados como materiales peligrosos por sus múltiples características reactivas y los riesgos que pueden representar para el medio ambiente. Para lo que concierne a este tipo de materiales lo ideal es realizar un plan de manejo y de ser posible ser tratados como lo indican las hojas de seguridad correspondientes.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-125-SSA1-2016, que establece los requisitos sanitarios para el proceso y uso de asbesto, los asbestos son un grupo de minerales metamórficos fibrosos que están compuestos principalmente de silicatos y se compone por seis diferentes tipos de minerales divididos en dos familias mineralógicas: Serpentinias, que incluyen al crisotilo y anfíboles que incluyen a la amosita, crocidolita y las formas fibrosas de tremolita, actinolita, y antofilita. (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2016)

El asbesto se caracteriza por presentar características físicas peculiares como resistencia a condiciones extremas, tales como el calor o la fricción, por lo que durante varios años fue utilizado en diversas industrias, siendo una de las más importantes la de la fabricación de materiales de construcción.

Las fibras de asbesto son relativamente estables en el suelo por lo que cuando se encuentran en este medio no representan un gran riesgo para la salud, a diferencia de la exposición de este material en el agua y el aire donde pueden desprenderse partículas y dispersarse con relativa facilidad.

Las fibras de diámetro pequeño pueden permanecer suspendidas en el aire por largo tiempo y así ser transportadas largas distancias por el viento y el agua antes de depositarse.

La exposición del ser humano al asbesto por largos periodos de tiempo genera tejido cicatricial en los pulmones y en la pleura desencadenando patologías como asbestosis, fibrosis pulmonar, y diversos tipos de cáncer.

En caso de que se presenten residuos peligrosos en un CIREC es importante apearse a las Normas Oficiales Mexicanas como la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, la cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales, la NOM-003-SCT/2008, para el transporte de materiales y residuos peligrosos, características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, la NOM-030-STPS-2009, sobre servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo, la NOM-010-STPS-2014, sobre agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, reconocimiento, evaluación y control y la NOM-017-STPS-2008, sobre equipo de protección personal en los centros de trabajo.

3 Metodología

3.1 Ciclo de los residuos

Mediante la aplicación de metodologías como las establecidas en NACDMX-007-RNAT-2019 es posible realizar prácticas sanas que permitan la optimización de los recursos naturales, reducción de impactos ambientales y gradualmente la reducción de costos dentro de los procesos de construcción y remodelación. Dichas metodologías comprenden la separación de residuos, acopio, almacenamiento, recolección y transporte, valorización y disposición final de aquellos residuos que no puedan ser aprovechados.

Cuando se pretende desarrollar un Centro Integral de Residuos de la Construcción es necesario conocer las características y requerimientos de la zona por lo que es buena idea apoyarse en la elaboración de un algoritmo como el que se presenta a continuación para el análisis de necesidades y toma de decisiones en la construcción.

La necesidad de construir un Centro Integral de RCD en grandes ciudades se da a medida que estas evolucionan debido a que el crecimiento se relaciona con la expansión de la mancha urbana, la demolición y construcción de infraestructura dando lugar a la generación de residuos, los cuales pueden ser estimados mediante modelos matemáticos que tienen que ser corroborados en campo con la finalidad de alcanzar cierto grado de certidumbre en la demanda de servicios de un CIREC. Si se estiman los datos de generación por habitante, volumen y crecimiento de la población es posible evitar problemas como la mala disposición de los residuos.

Al conocer los datos de generación se deben ubicar los posibles puntos donde se puede desarrollar el proyecto, los cuales deben cumplir con características específicas que permitan una adecuada operación del centro sin afectar a la población.

Entre las características y estudios básicos que se deben analizar en los puntos seleccionados están los aspectos geológicos, edafológicos, de mecánica de rocas y mecánicas de suelos, así como riesgos asociados que puedan comprometer la operación o el cierre del centro.

Se debe considerar la topografía, que en casos ideales sería el desarrollo del centro en depresiones del terreno como es el caso de la planta de Concretos Recicladados S.A. de C.V. que se encuentra en una depresión topográfica que cumple con varias funciones operativas óptimas que son el control de reducción de polvos a los alrededores, espacio en volumen para el almacenamiento de materiales de llegada y procesados, así como la reducción de presión acústica, cumpliendo con NOM-081-ECOL-1994 que norma los límites máximos permisibles emitidos por fuentes fijas.

Otro aspecto importante en la decisión y en la construcción de un proyecto de este tipo es el clima debido a que en ciudades con abundantes precipitaciones pueden presentarse problemas como la solidificación, compactación y fraguado de cementantes, arcillas y demás elementos involucrados. Además de estos problemas, pueden generar afectaciones a equipos o la necesidad de modificar las técnicas operativas dentro de la cadena de procesos.

Los sistemas hídricos dentro de cualquier proyecto deben ser analizados cuidadosamente debido a que cada zona tiene características específicas y usos de agua diferentes tanto por el ser humano como por la flora y la fauna. Por esto la hidrogeología juega un papel importante en este análisis ya que permite comprender y analizar la dinámica del comportamiento del agua en el ambiente ya sea en el subsuelo o en la parte superior de la corteza terrestre. La decisión de colocar un proyecto de

esta índole debe considerar el papel que juegan los ríos, lagos y agua superficial en el momento de colocar elevadas cargas en el sitio elegido.

Cuando se realiza este tipo de proyectos el gasto de agua debe ser considerado ya que a pesar de que se empleen aguas residuales en el control de dispersión de polvos, el agua potable es indispensable en la elaboración de concretos, por lo que es necesario considerar los conos de abatimiento y la capacidad de extracción del agua en la zona o en su caso contar con agua entubada suficiente para las operaciones sin afectar a las comunidades aledañas.

Dado lo anterior el aspecto social es de vital importancia en el desarrollo de cualquier proyecto debido a que la sociedad se involucra positiva o negativamente. En el caso de que un proyecto no sea aprobado por la sociedad no será posible que esta trabaje de manera conjunta para llevar a cabo el éxito de este y más en el desarrollo de un CIREC, que consiste en crear una cultura de economía circular, reduciendo el impacto en el medio ambiente, tanto en los aspectos de mala disposición en el entorno como en la generación de emisiones de efecto invernadero y la sobreexplotación de recursos, incrementando el costo ambiental de estos.

En la zona de selección deben analizarse los diferentes criterios biológicos que pudieran involucrar al proyecto, como lo es la existencia de especies o fauna que podrían ser vulneradas por la construcción o la operación de la planta.

Las culturas originarias dentro de las grandes ciudades muchas veces no son tomadas en cuenta considerando que estas se encuentran desplazadas a otras zonas, sin embargo, es importante considerar los usos, costumbres y tradiciones que puedan estar arraigadas a algunos lugares sin importar que se encuentren en grandes ciudades, esto debe realizarse siguiendo la declaración universal de los derechos humanos que en el artículo 27, sección 1 menciona que: toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten. (Asamblea General de la ONU, 1948)

A su vez se menciona en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el artículo 4 que: toda persona tiene derecho al acceso a la cultura y al disfrute de los bienes y servicios que presta el Estado en la materia, así como el ejercicio de sus derechos culturales. El Estado promoverá los medios para la difusión y desarrollo de la cultura, atendiendo a la diversidad cultural en todas sus manifestaciones y expresiones con pleno respeto a la libertad creativa. La ley establecerá los

mecanismos para el acceso y participación a cualquier manifestación cultural. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const.], Art. 4, 5 febrero 1917, México). Por lo que respetar los derechos culturales de la sociedad es una obligación.

Si el proyecto cumple con las características antes mencionadas es imprescindible efectuar un análisis de rutas para la recepción de residuos y para el envío de productos procesados. Al conocer los comportamientos de flujo vehicular en horas críticas y posibles rutas alternas, se puede determinar si el CIREC puede ser construido en la zona elegida, o de lo contrario el transporte puede llegar a ser el principal obstáculo para la operación.

Al saber que la zona elegida cumple con las características básicas, se debe proceder a realizar un plan de manejo complementando datos reales obtenidos en campo, plataformas gubernamentales y modelos matemáticos, de presente y futuro. Esto permite realizar una estimación de un balance de materia para conocer los requerimientos mínimos operativos con los que puede trabajar la planta.

Conociendo el volumen de material procesado se tendrá un estimado de productos que saldrán al mercado y para ello es necesario conocer cuál será la demanda de estos o de lo contrario no será posible distribuirlos y se verá comprometida la operación de la planta, debido a que se almacenará un exceso de material en el centro.

Cuando la inversión es privada uno de los requerimientos indispensables en el proyecto es que exista una demanda continua de los productos o de lo contrario estos serán almacenados en el centro comprometiendo las operaciones y generando pérdidas económicas. Aunque la inversión sea gubernamental es importante asegurar la distribución de los productos o modificar la producción dando valor agregado para incrementar la demanda.

Teniendo las características de la demanda, distribución y viabilidad del sitio para establecer el centro se tiene que realizar una propuesta operativa y de diseño para conocer con detalle las necesidades de construcción y funcionamiento. La ingeniería básica permite establecer con buen detalle la propuesta de proyecto para la solicitud de fondos de inversión privados o para la aprobación del proyecto con fondos gubernamentales, en cualquiera de los casos es de vital importancia efectuar una evaluación económica. Para realizarla se tiene que definir qué tipo de inversión sustentará los estudios, la construcción, las operaciones y en su caso la inversión para la continua evolución.

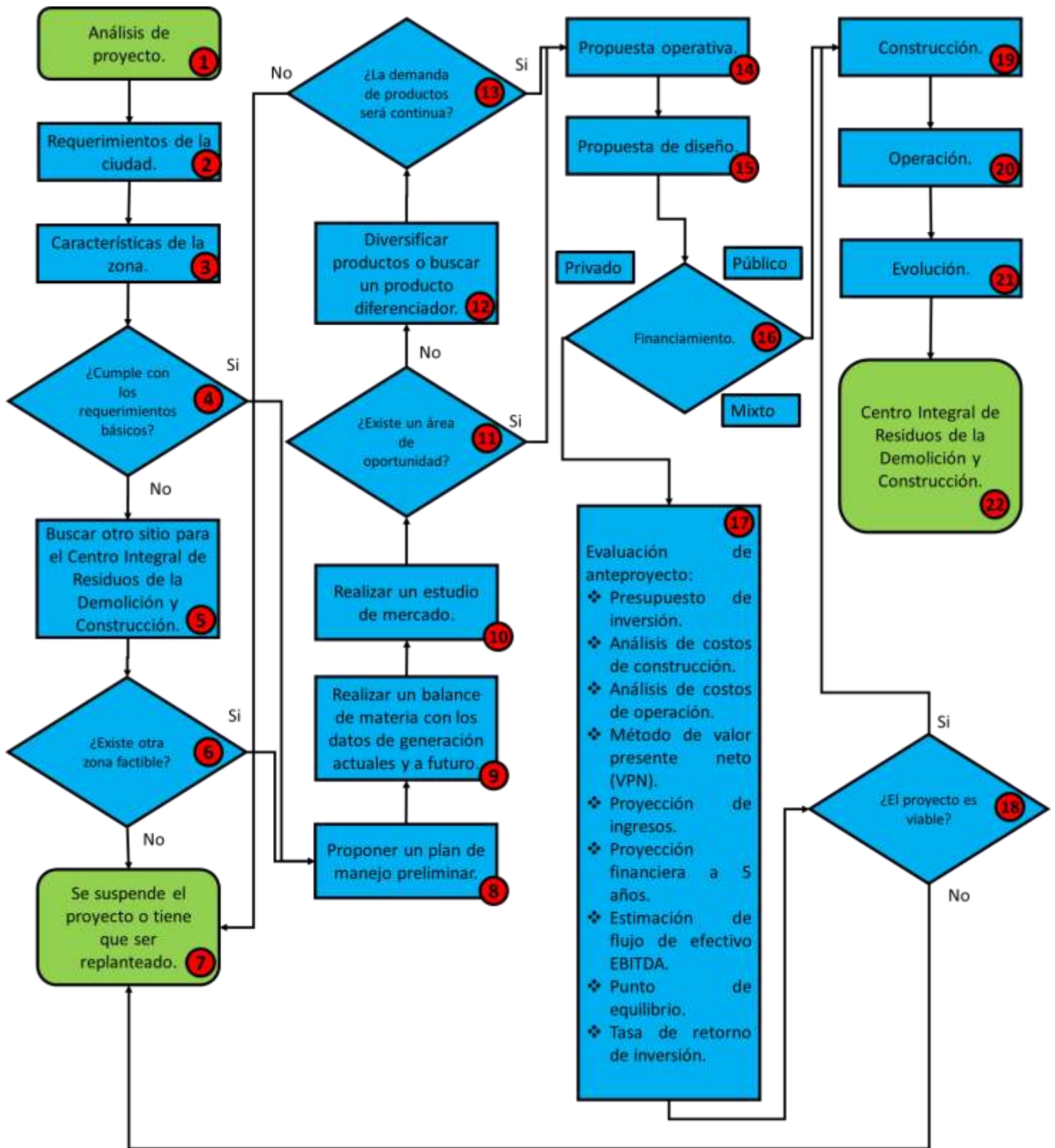
Los tipos de financiamiento que generalmente son empleados para el desarrollo de un proyecto son privados o propios de la empresa, colectivos impulsados por la industria de la construcción o por fondos de pequeños inversionistas, capital semilla o incubadoras de empresas, instituciones o fundaciones de origen nacional, internacional y bancos.

Cabe aclarar que las inversiones de origen gubernamental no requieren la generación de flujo de efectivo a favor, aunque permite reducir los costos operativos. La principal preocupación de los proyectos gubernamentales es la solución de un problema como la generación de RCD y la mala disposición de estos.

La evaluación del proyecto puede realizarse con múltiples metodologías, pero principalmente se debe conocer el presupuesto de inversión, análisis de costos de construcción y operación, estimar una proyección de ingresos, un análisis de valor presente neto, una proyección financiera a 5 años, extrapolar el punto de equilibrio, proyectar un flujo de efectivo EBITDA y obtener la tasa de retorno de inversión.

Al determinar la viabilidad de la inversión se puede proceder al desarrollo del proyecto recordando que la evolución, inversión y adaptación al cambio permitirán que el proyecto se mantenga a la vanguardia durante todo el tiempo de operación.

Tabla 1: Diagrama de flujo evaluación de proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.- Análisis de proyecto.

Análisis técnico, de requerimientos y establecimiento de bases para el desarrollo de un CIREC.

2.- Requerimientos de la ciudad.

Estudio de necesidades de expansión y generación de residuos de la ciudad o zona en la que se pretende establecer el proyecto.

3.- Características de la zona.

Investigación de los posibles impactos ambientales que puedan generarse con el proyecto, sin el proyecto, durante la construcción, durante la operación y al concluir la vida útil del CIREC.

4.- ¿Cumple con los requerimientos básicos?

Discusión de posibles impactos.

5.- Buscar otro sitio para el Centro Integral de Residuos de la Demolición y Construcción.

En caso de que la selección de la zona no sea favorable debido a que los impactos ambientales negativos sobrepasen los positivos, será necesario la búsqueda de un nuevo sitio.

6.- ¿Existe otra zona factible?

Indagación de zonas para desarrollo de proyecto.

7.- Se suspende el proyecto o tiene que ser replanteado.

Suspensión de proyecto a falta de posibles sitios para el desarrollo del CIREC.

8.- Proponer un plan de manejo preliminar.

Propuesta de plan de manejo de residuos en planta tomando en cuenta la dinámica de generación de la zona y el ingreso de estos al CIREC.

9.- Realizar un balance de materia con los datos de generación actuales y a futuro.

Balance de materia tomando en cuenta las características de los residuos generados y efectuando una proyección de la operación de la planta a su máxima capacidad.

10.- Realizar un estudio de mercado.

Estudio de mercado para conocer las necesidades, preferencias y proyecciones de desarrollo de los posibles clientes del CIREC.

11.- ¿Existe un área de oportunidad?

Análisis de áreas de oportunidades.

12.- Diversificar productos o buscar un producto diferenciador.

Observación de las necesidades del mercado y desarrollo o planeación para la diversificación de productos.

13.- ¿La demanda de productos será continua?

Estudio de la demanda de productos.

14.- Propuesta operativa.

Desarrollo de propuesta operativa del CIREC.

15.- Propuesta de diseño.

Propuesta de diseño básico incluyendo planos, procesos, equipo y maquinaria.

16.- Financiamiento.

De no contar con financiamiento para el proyecto, buscar inversionistas y realizar una propuesta de negocio.

17.- Evaluación de anteproyecto:

- ❖ Presupuesto de inversión.
Evaluación de alcances y limitaciones con el presupuesto disponible.
- ❖ Análisis de costos de construcción.
Estudio de costos de construcción.
- ❖ Análisis de costos de operación.
Proyección de costos operativos.
- ❖ Método de valor presente neto (VPN).
Usando la recopilación minuciosa de datos en campo, efectuar un análisis económico que incluya el método VPN.
- ❖ Proyección de ingresos.
Proyección de ingresos brutos y netos.
- ❖ Proyección financiera a 5 años.
Proyección económica a 5 años.
- ❖ Estimación de flujo de efectivo EBITDA.
Análisis EBITDA para la viabilidad del proyecto.
- ❖ Punto de equilibrio.
Estudio de punto de equilibrio.
- ❖ Tasa de retorno de inversión.

Estudio de periodo de retorno de inversión.

18.- ¿El proyecto es viable?

Análisis de viabilidad económica del proyecto.

19.- Construcción.

Una vez aprobados los presupuestos de financiamiento del proyecto se lleva a cabo la construcción del proyecto tras los debidos análisis de impacto ambiental.

20.- Operación.

Proceso operativo.

21.- Evolución.

Evolución y adaptación del proyecto a través del tiempo.

22.- Centro Integral de Residuos de la Demolición y Construcción.

Ejecución plena de proyecto.

3.1.1 Planeación y evaluación

El proceso de planeación análisis y diseño de una obra o proyecto debe apegarse al concepto de economía circular por lo que un Centro Integral de Residuos de la Construcción y Demolición, puede fungir como un centro educativo promoviendo la planeación de buenas prácticas de diseño y planeación, buscando que cuando una obra concluya con la vida útil de proyecto, este se incorpore nuevamente a la económica causando el menor impacto ambiental posible.

La planeación de un proyecto debe realizarse mediante principios éticos ambientales vigilando no sobrecargar la capacidad ambiental al sobre explotar los recursos naturales y demanda de agregados incentivando la explotación minera de agregados y cementantes. Dicha demanda de recursos puede disminuir implementando técnicas como la reutilización de algunos materiales y la aplicación de materiales reciclados como agregados producidos mediante la trituración de concretos.

Cuando la infraestructura requiere ser modificada, remodelada o simplemente llega al fin de su vida útil se debe realizar una planeación que contemple la generación de residuos provocada por los procesos de desmantelamiento, demolición y construcción.

3.1.2 Generación

La generación de residuos de construcción y demolición puede producirse por entidades de la administración pública, personas físicas o morales y empresas públicas o privadas. Los residuos son el resultado de construcción, remodelación, mantenimiento, demolición o eventos extraordinarios naturales o antropogénicos que puedan desencadenar desastres que lleven a la pérdida de infraestructura como lo pueden ser: huracanes, eventos sísmicos o terrorismo.

En lo que corresponde a los generadores, éstos son responsables del adecuado manejo de los residuos, por lo que de no contar con la capacidad técnica, tecnológica, estratégica o mano de obra calificada; será su responsabilidad contratar a empresas externas calificadas para el adecuado manejo de los residuos.

Según la NACDMX-007-RNAT-2019 los generadores pueden clasificarse conforme al volumen de generación, catalogándolos como grandes generadores a los que producen más de 80 m³/año, pequeños generadores para los que producen entre 7 m³/año y 80 m³/año y microgeneradores aquellos que producen menos de 7 m³/año.

Se considera que la generación de los residuos puede darse en edificaciones nuevas con una generación promedio de 0.02 a 0.08 ton/m² sin considerar excavaciones, obras de demolición parcial con una generación promedio de 0.059 a 0.088 ton/m², en demoliciones totales de estructuras de concreto con una generación promedio de 1.1 a 1.54 ton/m² y en obras de remodelación con una generación promedio de 0.11 a 0.81 ton/m².

La generación y la mala gestión de los RCD trae consigo la sobre explotación de recursos pétreos, metálicos, cementantes y minerales, generando un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Apegándose a la Ley General del Cambio Climático es importante reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno, para lograr que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C, adoptado mediante la decisión del 21 período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Según la NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para el manejo y clasificación de residuos sujeto a plan de manejo especial al generar en una obra una cantidad mayor a 80 m³ deben presentar un plan de manejo integral de gestión de la generación de dichos residuos especificando en el informe general, nombre o denominación social, nombre del representante legal, domicilio para notificaciones, modalidad del plan de manejo, características y manejo del residuo, tasa de generación, problemática ambiental asociada, identificación del uso o aprovechamiento potencial, formas de manejo, descripción del destino final y mecanismos de operación control y monitoreo.

Los generadores tienen por obligación presentar un plan de manejo como se mencionó anteriormente referido a la NOM-161-SEMARNAT-2011 que incluye a los pequeños y grandes generadores, los centros de acopio, centros de transferencia, prestadores de servicios de recolección, transporte y de las plantas de reciclaje de residuos de la construcción y demolición,

formular y presentar su Plan de Manejo de RCD ante la Secretaría, en los plazos y formatos que se determinen para tal efecto.

Los micro generadores no se encuentran obligados a presentar un plan de manejo, únicamente deben conservar los manifiestos de entrega, transporte y recepción que acrediten que el volumen generado es menor a los 7 m³ al año.

La aplicación de los planes de manejo debe ser verificada por una unidad de inspección y se realiza a petición del generador.

Los pequeños y grandes generadores durante el plan de manejo deben de colocar una introducción con una descripción de la empresa o razón social, así como los datos operativos y de contacto, un glosario de terminología empleada, objetivos bien definidos, antecedentes de adecuaciones o remodelaciones realizadas con anterioridad y en caso de generar residuos peligrosos se deben de enlistar con una descripción breve y concisa de estos.

La evaluación de este plan de manejo deberá tener información cuantitativa y cualitativa y demostrar el cumplimiento de los porcentajes generados durante la especificación de la metodología del plan de manejo.

3.1.3 Almacenamiento selectivo y aprovechamiento en obra

Es necesario realizar una adecuada planeación definiendo los objetivos con la finalidad de que durante la generación de los residuos de la demolición y construcción se pueda efectuar una correcta separación para su posterior reintegración a la economía circular.

Una separación básica propuesta por la NACDMX-007-RNAT-2019 es la clasificación en concreto simple constituido por concreto de elementos prefabricados, concretos de elementos estructurales y no estructurales y sobrantes de concreto sin elementos metálicos, concreto armado compuesto por elementos prefabricados y colados en obra, metales compuestos por acero de refuerzo, metales ferrosos y no ferrosos, mampostería con recubrimiento, materiales pétreos sin recubrimientos, mezclas asfálticas, suelos no contaminados, resultados de la excavación, elementos prefabricados con materiales mixtos y diversos residuos de manejo especial producto del mantenimiento y operaciones durante la obra. Dicha clasificación no incluye la necesidad de separación durante el almacenamiento selectivo de residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos, los cuales deben ser considerados durante la planeación para tener un adecuado manejo integral de estos y de este

modo evitar procesos indebidos que puedan afectar las posteriores cadenas de valorización de los diferentes residuos.

Es necesario especificar durante la elaboración de los planos de demolición un área destinada para el almacenamiento selectivo, haciendo un inventario de las características de los materiales y los requerimientos de almacenamiento de cada uno de ellos. En caso de que se presenten residuos peligrosos es necesario conocer las características de estos, las hojas o fichas de seguridad y realizar un plan de manejo integral de residuos peligrosos acorde a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características y el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos.

Con la finalidad de poder calcular los volúmenes de descarga de gases y partículas generadas durante la construcción, se deberá entregar a la secretaría, información sobre las dimensiones del área de la obra que será trabajada y tiempo de duración de la obra. En caso de ser necesario, se solicitará información adicional específica, relacionada con la maquinaria utilizada en la obra, el tránsito de vehículos en el área de la obra y el movimiento de tierra.

Si la obra se suspende en cualquiera de sus etapas, el responsable está obligado a eliminar cualquier fuente o actividad que genere partículas, mediante la pavimentación de concretos permeables, colocación de áreas verdes o cualquier otra medida, previa evaluación y autorización de la Secretaría.

Dependiendo del volumen y las características de estos residuos pueden ser dispuestos en contenedores o en patios con cubiertas que eviten la dispersión de partículas que puedan ser volatilizadas por procesos meteorológicos. Se deben tener medidas de contención como barreras que delimiten el almacenamiento y evitar el paso de vehículos que puedan desprender partículas de polvo a la atmósfera.

Es necesario establecer medidas para evitar la dispersión de partículas durante los procesos de demolición y almacenamiento temporal mediante el riego con agua preferentemente tratada de superficies a demoler, residuos de la demolición y área de almacenamiento temporal. El riego sobre los residuos almacenados temporalmente puede repetirse las veces que sean necesarias evitando que procesos eólicos desprendan partículas de estos.

Según la NACDMX-007-RNAT-2019 y la NADF-018-AMBT-2009, que establece los lineamientos técnicos que deberán cumplir las personas que lleven a cabo obras de construcción y/o demolición en la Ciudad de México para prevenir las emisiones atmosféricas de partículas pm10 y menores, con la finalidad de disminuir la dispersión de partículas los RCD no deben ser almacenados por más de un mes por el generador.

3.1.4 Transporte

El proceso de transporte de los residuos debe apegarse a las normatividades locales con la finalidad de evitar la suspensión de operaciones durante el manejo integral de los residuos. De no existir normativa local suficiente es ideal apegarse a las normas y leyes más estrictas de otros estados como la Ciudad de México.

Mediante el adecuado almacenamiento selectivo es posible mejorar el resto de la cadena de gestión integral de los residuos de la construcción y demolición, por ello en la NACDMX-007-RNAT-2019 se especifica que se deben enlistar las unidades dedicadas al servicio de transporte de residuos de la construcción y demolición previamente autorizados por la Secretaría a través del RAMIR, que es el registro y autorización de establecimientos mercantiles, de servicios y/o unidades de transporte relacionados con el manejo integral de residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial de competencia local que operen y transiten en la CDMX.

En el plan de manejo debe colocarse una breve descripción del proceso de recolección y transporte mencionando la cantidad de residuos estimada por recolección, frecuencia de recolección, unidades disponibles, nombre del generador por residuo, etc. Se reportará la cantidad de residuos que se envíen a cada centro de acopio, reciclaje, estación de transferencia y/o sitios de disposición final. Y se incluirá la lista de las personas físicas o morales a quienes se les entregará el residuo, con dirección, nombre de la persona responsable, anexando contratos, autorizaciones ambientales vigentes, capacitaciones que tenga el personal en manejo de residuos y en caso de renovación notas, bitácora y/o facturas.

En cuanto a las operaciones de carga de materiales y descarga de estos deben evitarse caídas libres superiores a 1.5 m, vaciando la caja del camión lentamente y mantener los contenedores de materiales cerca del vehículo durante la descarga. Previa a esta operación se puede realizar un riego ligero con agua tratada con la finalidad de disminuir la dispersión de las partículas cuidando no elevar considerablemente el peso en relación a su volumen.

Para realizar el transporte de residuos dentro de la Ciudad de México es necesario seguir los pasos propuestos por el RAMIR ya que permiten realizar un control adecuado tanto por el generador o prestador de servicios como por la instancia de supervisión por lo que aplicar esta metodología de control puede resultar útil en otras ciudades.

Los requerimientos solicitados por el RAMIR consisten en la presentación de un comprobante de domicilio donde realizan las actividades de generación, constancias de trámites, seguros y permisos del vehículo en orden, constancia de prestador de servicios en caso de que se requiera, fotografías a color de las unidades prestadoras de servicios, evidencia fotográfica de equipo de posicionamiento satelital, realizar un plan de acción enfocado a la prevención de incidentes, accidentes o siniestros, derivados de sus actividades, presentar memoria descriptiva, diagrama de flujo y anexo fotográfico a color de las actividades en materia de recolección y transporte de los residuos, así como las características físicas de los mismos y autorización del plan de manejo.

Los vehículos que transporten RCD deben minimizar el control de dispersión de partículas mediante la instalación de cubiertas sobre los residuos, además de respetar la normativa local referente a operaciones de carga y descarga de material, límites de velocidad, límites de capacidad de carga establecidos por el fabricante, circular por vías en donde se permita el tránsito de vehículos pesados, no ingresar a circuitos viales de alta velocidad, respetar la distancia con vehículos de transporte público y privado, colocar señalizaciones adecuadas en el vehículo, respetar la distancia con ciclistas y peatones, circular a baja velocidad, etc.

3.1.5 Procesamiento

Cuando se desea colocar un Centro Integral de Residuos de la Construcción y Demolición deben considerarse aspectos como la zona en la que sea realizará el proyecto, volumen de materiales a procesar, alcances y limitaciones que puedan tener, número de habitantes beneficiados, creciente demanda, incremento del desarrollo de infraestructura de la ciudad en la que se colocará, demanda de los productos procesados y fluctuaciones en el mercado que puedan afectar el flujo de operaciones realizadas dentro de la planta.

Cuando se trate de la instalación de centros de tratamiento de RCD que se encuentren fuera de la Ciudad de México puede seguirse el ejemplo de normatividad desarrollada en grandes ciudades como lo es la establecida por el RAMIR en la que se especifican algunas de las características con las

que debe de contar dicho centro, la NACDMX-007-RNAT-2019 y demás normas establecidas con la gestión integral de los RCD.

La autorización de áreas destinadas al procesamiento, reciclaje o valorización de los residuos puede apoyarse a través de las siguientes reglas propuestas por el RAMIR. Presentar la documentación que acredite la propiedad, arrendamiento o comodato del inmueble donde se realizará la actividad, en el que se precise la superficie del establecimiento, documentación pertinente para la operación como sitio de procesamiento de RCD, autorización o actualización del plan de manejo de residuos de competencia local, dictamen favorable de impacto ambiental emitido por SEDEMA a través de la DGEIRA, cuando resulte aplicable, plano de distribución del predio, especificando las dimensiones y actividades de cada área, presentar evidencia documental, técnica y fotográfica a color que acredite el cumplimiento de la Norma Ambiental para la Ciudad de México NACDMX-007-RNAT-2019, o disposiciones jurídicas vigentes que resulten aplicables. Para el caso de los centros de reciclaje, tratamiento y/o valorización de estos residuos, deberá contar con un sistema de citas validado por la SEDEMA a través de la DGEIRA, en donde se programe anticipadamente el ingreso de los vehículos de carga, presentar un plan de acción enfocado a la prevención de incidentes, accidentes o siniestros, derivado de sus actividades además de la descripción de las medidas de seguridad, acreditación del cumplimiento de un programa mensual de control de fauna nociva, certificado de calibración vigente de la(s) báscula(s) para el pesaje de residuos de competencia local manejados, emitido por la Procuraduría Federal del Consumidor o por un organismo acreditado, memoria descriptiva, diagrama de flujo y anexo fotográfico a color de las actividades realizadas en el establecimiento, de los residuos sólidos de competencia local, así como las características físicas de los mismos, presentar evidencia de contar con muros de colindancia del predio, pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia, ventilación e iluminación adecuada, escrito mediante el cual el interesado o prestador de servicios para el manejo de residuos de competencia local manifieste bajo protesta de decir verdad que al cierre de las operaciones en sus instalaciones cumplirá con las obligaciones que en materia de impacto ambiental hayan sido establecidas.

Dentro de los centros de procesamiento de RCD deben planificarse y estandarizarse las operaciones básicas como lo son: la recepción, el almacenamiento en planta, la molienda primaria, la separación, la molienda secundaria, cribado, almacenamiento y reincorporación a la economía circular.

La recepción permite realizar un control que favorece tanto al generador como al centro integral de RCD, esto se debe a que el generador establece estrategias para los procesos de demolición, construcción o remodelación, dando como resultado un almacenamiento selectivo e incluso ahorro en la venta de algunos materiales que pueden ser valorizables desde la generación como algunos metales constituidos principalmente por hierro, acero, cobre, aluminio, zinc, etc. Además del ahorro en la venta de algunos materiales el centro puede otorgar algunos descuentos en la recepción de los RCD para aquellos generadores que entreguen sus residuos con mayor grado de separación, logrando un beneficio para ambas partes.

Cuando los residuos llegan a la planta, se debe indicar a través de un documento la composición, el volumen, permisos otorgados para el generador o en su caso para el prestador de servicios y una carta compromiso que defina la responsabilidad del generador en la certeza de la descripción entregado y que de no cumplirlo se hace acreedor a una sanción económica. Esto evita que los residuos puedan llegar contaminados con algún residuo peligroso, de manejo especial ajeno a los RCD o residuo sólido urbano lo que permite al centro otorgar descuentos por la clasificación y grado de selección adecuada.

El almacenamiento dentro de la planta debe efectuarse de manera estratégica con la finalidad de optimizar la separación selectiva realizada en el proceso de almacenamiento durante la generación, al cuidar este aspecto es posible obtener ahorros energéticos y minimizar la mano de obra, es importante resaltar que el almacenamiento debe llevar múltiples controles como se mencionó anteriormente para evitar la proliferación de vectores como plagas de roedores o crecimiento de maleza. El almacenamiento no solo debe contemplar el factor del orden espacial dentro de la planta, tiene que trabajar con el factor tiempo logrando una mayor eficiencia en los procesos, reduciendo costos de mantenimiento y área de almacenamiento.

Para este proceso se requiere de tanques de almacenamiento de agua, bombas hidráulicas, mangueras para el riego, palas mecánicas y mini cargadoras frontales, para el acomodo o desplazamiento de los materiales y mantenimiento del área.

Los RCD no llegan al centro con una granulometría uniforme y en algunos casos se presentan con volúmenes considerables y por consiguiente con un peso muy elevado tomando en cuenta que un metro cúbico de concreto puede llegar a pesar 2300 kg. Por ello antes de realizar una molienda

mediante equipos de trituración mecánica, se realiza un acondicionamiento manual o con maquinaria pesada adaptando los residuos a las dimensiones requeridas por los equipos.

Para el acondicionamiento de estos residuos se emplea maquinaria como palas mecánicas y mini cargadoras frontales, excavadoras mecánicas con aditamentos de martillos hidráulicos y martillos hidráulicos manuales.

La trituración primaria separa fragmentos de diferentes materiales como concreto, yeso, metales, cerámicos, etc.

Esta suele realizarse principalmente por equipos de molienda de martillos que fragmentan los residuos por percusión, llevándolos a un tamaño de partícula con el que la separación es más eficiente. Los molinos pueden estar acompañados por cribas vibratorias o un trommel garantizando el tamaño de la partícula para la separación óptima.

La separación en estos centros suele realizarse de manera manual con apoyo de equipos automatizados, aunque esta puede darse mediante equipos totalmente autónomos. Consiste en la segregación de materiales por su composición como podría ser materiales cerámicos, madera, concreto, rocas, mallas impermeabilizantes, etc.

Los equipos necesarios para la separación pueden consistir en cintas transportadoras por las que transitan los RCD con la dimensión optimizada y son seleccionados por operarios capacitados para la identificación de materiales con potencial valorizable. Otra opción es la separación mediante equipos autónomos que consisten en la segregación mediante características físicas como peso y densidad, aunque existen equipos más avanzados con identificación óptica y software de inteligencia artificial, sin embargo, estos equipos suelen tener periodos de amortización del costo muy elevados, resultando poco viables para este tipo de aplicación.

La molienda secundaria se realiza una vez que los materiales han sido seleccionados para la producción de agregados u otro tipo de aplicaciones finales. Esta es efectuada mediante molinos de martillos y cribadoras vibratorias que por lo general se encuentran dentro de un mismo equipo el cual entrega los materiales clasificados por la gradación deseada generalmente constituidos por arena, grava fina y grava gruesa.

Una vez procesados los residuos deben ser almacenados para su aplicación como agregados, para lograr un incremento de valor agregado en la producción de concretos o bloques, termo

valorización, etc. Al contemplar las operaciones unitarias básicas requeridas dentro de la obra es necesario realizar una planeación adecuada acorde a la normativa mencionada anteriormente.

3.1.6 Reciclaje

El reciclaje de los residuos permite la reincorporación de estos en el ciclo de la economía circular, el cual depende de la disponibilidad tecnológica, capacitación técnica, demanda de productos en materias primas en el mercado y por consiguiente fluctuación de oferta y demanda en relación al tiempo.

Algunos de los procesos propuestos por las normativas mexicanas como es el caso de la NACDMX-007-RNAT-2019 están descritos de la siguiente manera.

Tabla 2: Aprovechamiento de agregados reciclados en elementos no estructurales (NACDMX-007-RNAT-2019)

Categoría Origen del Agregado (de acuerdo con la Tabla 1.)	Usos del agregado reciclado	Porcentaje mínimo de contenido de agregado reciclado	Porcentaje de uso en la obra o edificación
A) Residuos de concreto	Bases y sub-bases.	100%	100%
	Bases hidráulicas en caminos y estacionamientos.	100%	100%
B) Residuos de concreto armado			
E) Residuos pétreos	Concretos hidráulicos para la construcción de firmes, ciclo pistas, banquetas y guarniciones.	100%	100%
	Bases para ciclopistas, firmes, guarniciones y banquetas.	100%	100%
	Construcción de Andadores y trotapistas.	100%	100%
	Construcción de terraplenes.	35%	100%
	Construcción de pedraplenes.	35%	100%
	Material para relleno o para la elaboración de suelo – cemento.	35%	100%
	Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno total de cepas.	35%	100%
	Material para la conformación de terrenos.	35%	100%
	Rellenos en cimentaciones.	35%	100%
	Plantillas para cimentación		
	Concreto ciclópeo.		
	Rellenos en jardines.	35%	100%
	Mobiliario urbano.	100%	100%
	Lechos, acostillamientos y relleno de tuberías.	100%	100%
	Conformación de parques y parterres.	100%	100%
Zanjas drenantes.	35%	100%	

D) Residuos de Mampostería o pétreos con recubrimiento	Bases y sub-bases.	100%	100%
	Sub-bases en caminos y estacionamientos.	100%	100%
	Construcción de terraplenes.	35%	100%
	Cobertura y caminos interiores en los rellenos sanitarios.	35%	100%
	Construcción de andadores y trotapistas.	100%	100%
	Bases para ciclistas, firmes, guarniciones y banquetas.	100%	100%
	Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno de cepas.	35%	100%
	Construcción de pedraplenes.	35%	100%
	Material para la conformación de terrenos.	35%	100%
	Relleno en jardineras.	35%	100%
	Rellenos en cimentaciones.		
	Caminos de jardines.		
Construcción de banquetas, guarniciones y bordillos.	35%	100%	
F) Asfálticos	Bases asfálticas o negras.	90%	100%
	Concretos asfálticos elaborados en caliente.	90%	100%
	Concretos asfálticos templados o tibios.	90%	100%
	Concretos asfálticos elaborados en frío.	90%	100%
	Bases asfálticas espumadas.	35%	100%
	Micro carpetas en frío (slurries).	35%	100%

Fuente: NACDMX-007-RNAT-2019, 2019

La tabla anterior solamente es una propuesta de alternativas que pueden ser utilizadas o no para el reciclaje de los RCD, sin embargo, es importante aclarar que la mejor aplicación es aquella que reincorpora los RCD a mayor velocidad con menor costo y menor gasto energético por lo que si se desarrollan tecnologías específicas o una demanda que requiera un producto pueden efectuarse modificaciones siempre y cuando sigan la normatividad especificada por las leyes federales y locales.

4 Diseño de infraestructura básica para la construcción de un Centro Integral de Residuos de la Construcción y Demolición

4.1 Enfoques de evaluación de proyectos

Cuando se pretende diseñar cualquier tipo de proyecto es necesario plantear las ideas principales, analizar las necesidades, las acciones que deben tomarse y examinar la viabilidad del proyecto en distintos escenarios.

En el caso de la construcción de un CIREC o de cualquier obra civil, se debe realizar dicha planeación apegada a la normatividad, reglamentos o leyes correspondientes y partir de ahí para la estructuración del proyecto, buscando que el impacto de este sea favorable para la población.

Al igual que cualquier proyecto de ingeniería es necesario evaluar las características sociales, económicas, financieras, políticas y ambientales.

Un proyecto cualquiera que sea, genera impactos tanto cualitativos como cuantitativos cambiando las interacciones sociales de manera favorable o negativamente y dichas consecuencias pueden ser planeadas o previstas, sin embargo, siempre existen factores que rebasan la planeación. Las consecuencias del impacto de un proyecto en la población pueden presentarse durante el desarrollo, la operación o incluso al concluir un proyecto, un claro ejemplo de esto son las operaciones mineras en las que previo a estas se realizan acciones que alteran la zona de desarrollo en múltiples enfoques de evaluación, posteriormente en la operación se crean empleos, crecimiento económico local y al concluir se generan despidos de empleados, abandono gradual de instalaciones y depresión económica local. (Libera B., 2007)

Es indispensable tratar de evitar impactos negativos en la sociedad que pueden afectar sectores culturales, educativos, religiosos, valores, etc. Para ello es necesario realizar evaluaciones y llevar una adecuada comunicación con la población local con la finalidad de evitar problemas durante el desarrollo de un proyecto como lo es la construcción de un CIREC.

Para efectuar la comunicación de un proyecto y las acciones que se llevan a cabo paso a paso, se pueden emplear medios de comunicación digitales acompañados de juntas presenciales con la comunidad, las cuales preferentemente deben realizarse en zonas de interés como lo son plazas públicas, quioscos, iglesias o escuelas, mediando siempre las acciones que se realizarán y tomando en cuenta la opinión de la comunidad, ya que son innumerables los proyectos que se han suspendido generado pérdidas económicas debido a la presión social o peor aún la ejecución de proyectos que dañan a la sociedad, reubicando, violentando y dañando el tejido social de poblaciones vulnerables.

La evaluación económica de un proyecto es una manera de establecer las posibilidades de crecimiento de una empresa, mediante esta es posible saber si este va a ser viable y sostenible a lo largo del tiempo permitiendo retornar la inversión y seguir con las operaciones, mantenimiento y evolución del proyecto. Cuando un proyecto no es rentable económicamente debe considerarse la importancia y el valor que representa para la sociedad siempre y cuando este se sustente por una

institución gubernamental o una organización social sin fines de lucro, cuando este sea el caso deben considerarse los costos mencionados y si no generarán un mayor costo social a largo plazo.

En la mayoría de países existe política pública que regula procesos constructivos, disminución de impactos ambientales y operaciones. México no es la excepción en cuanto a normatividad se refiere, sin embargo, esta puede diferir de un estado a otro e inclusive de una localidad a otra, por ello es indispensable realizar una adecuada revisión de la normatividad federal y local además de propiciar la complementación de aspectos ausentes en normas con ayuda de normatividades de otras áreas e incluso de otros países, con la finalidad de prevenir actualizaciones que puedan afectar al proyecto y de ser posible incentivar un desarrollo orgánico y sostenible.

4.2 Panorama de las plantas de tratamiento de Residuos de la Construcción y Demolición en la Ciudad de México.

En la Ciudad de México existen centros de tratamiento de residuos de la construcción y cada uno de ellos opera bajo diferentes estándares de operación basándose en la recepción de los residuos debido a que esta es una de las etapas cruciales de la operación de la planta. La recepción de residuos se relaciona con el proceso de generación y almacenamiento selectivo.

La planta Concretos Reciclados S.A. de C.V. fundada en el 2004 es la primera planta de procesamiento de los RCD en México y una de las pioneras en Latinoamérica, esta empresa ha trabajado en la promoción de la cultura del reciclaje apoyando a la industria en la capacitación y desarrollo de cursos para el aprovechamiento de los RCD. A su vez han sido pioneros en la importación de tecnología europea para el mejoramiento continuo de procesos, como lo es la implementación de equipos portátiles para el procesamiento de RCD in situ.

Concretos Reciclados S.A. de C.V. cuenta con una capacidad de procesamiento de 2000 ton/día y se caracteriza por una recepción de residuos preseleccionados, en la que los residuos que llegan relativamente y con una separación selectiva clasificados en concretos y morteros, fresados de carpeta asfáltica y los que denominan como todo en uno, compuestos por múltiples elementos constructivos como ladrillos, rocas, cerámicos, etc.

El ciclo del procesamiento comienza con la recepción de los residuos la cual debe contar con la adecuada documentación y especificaciones solicitadas por la empresa con la finalidad de evitar problemas legales y justificar responsabilidades en caso de que se entreguen residuos no permitidos, como residuos sólidos urbanos o solventes, estopas, asbestos, etc., los cuales estarían

considerados como residuos peligrosos y requerirían de un plan de manejo específico y una disposición especial de acuerdo al proyecto de norma NOM-160-SEMARNAT-2011, que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos, o las normas NOM-055-SEMARNAT-2003, que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinan para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados, así como su complemento de norma NOM-056-SEMARNAT-2003, que establece los requisitos para el diseño y construcción de obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

Una vez que los residuos segregados según las especificaciones de la empresa son admitidos se depositan en un sitio de almacenamiento temporal clasificándolos en concretos simples o armados, residuos mezclados constituidos por morteros, concretos, mampostería, tabiques y cerámicos, además de un almacén de fresado y carpeta asfáltica, así como un área de almacenamiento de arcillas y arenas.

En el área de almacenamiento de recepción son seleccionados y limpiados manualmente, eliminando materiales como plásticos, cartón, madera, etc.

Tras la limpieza de los materiales son llevados al procesamiento donde son triturados, separados de los componentes metálicos magnéticos, cribados y separados por medio de un equipo que integra un sistema de molino de martillos, banda magnética, sistema de cribado y bandas de separación. Este equipo está automatizado y opera a control remoto, además de contar con un sistema de aspersión que disminuye la dispersión de polvos. Los equipos de esta empresa tienen la ventaja de que les permite operar in situ.

Cabe destacar que esta empresa se apega a las normas oficiales mexicanas cumpliendo tanto en estándares de operación, como en materiales generados tras el procesamiento de los RCD y gracias a ello pueden obtener materiales compatibles con las operaciones requeridas según el reglamento de construcción de la Ciudad de México.

Esta empresa cuenta con servicios de recepción y aprovechamiento de RCD, procesamiento in situ, sello de plan de manejo de residuos de la SMA y otorgamiento de holograma de recepción de residuos.

La empresa trabaja tratando de diversificar sus productos y aplicaciones ofreciendo una buena gama de productos entre los que se encuentran, mezcla asfáltica en caliente empleando un 15% de fresado de carpeta asfáltica, 45% en mezclas templadas o tibia y un 85% para el caso de mezclas frías, material de 1½ pulgadas a finos para base en vialidades, construcciones de terraplenes o como material para plantillas, para recibir firmes o demás elementos de concreto, material de 3 pulgadas para estabilización de suelos, rellenos, filtros o terraplenes y conformación terrenos, parques, jardines, material 1 pulgada para recibir y acostillar tuberías, rellenos, recibir firmes en banquetas o edificaciones pequeñas, material de 3 pulgadas a finos, para sub-base en vialidades, relleno en estacionamientos o jardines, construcción de terraplenes, bloques o ladrillos, además de agregados con distintas curvas granulométricas.

En 2020 Gerardo Gutiérrez Smith y Sebastián Huerdo Pani a través de la Convocatoria CPTAR'S CDMX-2019 con el Gobierno de la Ciudad de México y el Instituto de Ingeniería de la UNAM fundan Concretos Sustentables Mexicanos S.A. de C.V., aunado a esto como parte de la convocatoria CPTAR'S CDMX-2019, también abrirá otra planta de reciclaje de cascajo en el Bordo de Xochiaca. Además de este proyecto existe en la alcaldía Xochimilco un Centro de Transferencia de RCD, sin embargo, los residuos tienen que ser enviados a la zona norte de la Ciudad para ser procesados o en su caso a la planta particular de Iztapalapa y en un futuro a la planta que estará en el Bordo de Xochiaca.

La planta de Concretos Sustentables Mexicanos S.A. de C.V. tiene un sistema de operación similar a la de Concretos Reciclados S.A. de C.V. gracias a que se apegan a las Normas Oficiales Mexicanas.

El proceso inicia con la recepción de los residuos, el cual debe solicitarse a través de la plataforma en un sistema que los recibe en tiempo real, al llegar al centro son tomados los datos de la unidad y se capturan fotografías de esta para generar la expedición de los documentos que comprueben la recepción de los residuos, en caso de que los datos no coincidan con los de la unidad los residuos no serán recibidos.

El centro apoya a la comunidad recibiendo los residuos de los microgeneradores sin costo alguno, aceptando volúmenes de hasta 3 m³.

En caso de que lleguen residuos de manejo especial ajenos a los RCD o en su caso residuos peligrosos no se reciben o son sujetos a una multa.

Dentro del centro la capacidad de recepción es de entre 50 y 60 m³ por día con una venta de materiales procesados de aproximadamente 2000 m³ al mes.

Una de las principales aplicaciones de sus productos es a través del uso en obra pública, como banquetas y canchas.

En esta planta se cuenta con los equipos necesarios para la producción de concretos, llegando a producir concretos de grado estructural en los que se emplea un porcentaje de agregados reciclados y otro de agregados vírgenes y cementantes con la finalidad de cumplir con lo solicitado por los clientes y las normas.

Como resultado del procesamiento de los residuos en los agregados se puede llegar a obtener un ahorro de hasta el 30%, mientras que en los concretos se puede llegar a tener un ahorro de entre el 10% y 20% por la adición de los diferentes materiales. Los concretos son monitoreados por un laboratorio de CEMEX, los cuales son los proveedores de los cementantes.

Cuando los residuos son ingresados al centro son almacenados temporalmente, donde son controlados los polvos mediante sistemas de aspersion de aguas tratadas. Se almacenan según el grado de contaminación debido a que este centro admite todos los materiales, aunque estén separados por su composición o no, siempre y cuando estos no contengan residuos peligrosos o ajenos a los RCD. Posteriormente son llevados al área de procesamiento depositándolos en la tolva, si los residuos son demasiado grandes son triturados manualmente mediante maquinaria pesada o manualmente.

Dentro de la maquinaria los residuos son triturados por impacto mediante un molino de martillos, posteriormente son clasificados, por un tromel que separa los materiales de gran tamaño como pueden ser ramas o pedazos de madera grandes y después de manera manual a través de una banda, durante la clasificación se separan materiales como cartón, madera, plásticos y materiales similares, sin embargo, dado que buena parte de los residuos ingresados proceden de obras públicas se reciben muchos residuos de origen vegetal compuestos principalmente por ramas y troncos, llegando a presentar hasta un 10% de estos materiales. Una vez que los residuos se encuentran relativamente limpios y pretriturados se llevan a un segundo proceso de molienda y cribado donde se separan en diferentes curvas granulométricas.

Tras obtener los agregados se llevan al proceso de fabricación de concreto y dadas las especificaciones de los clientes puede producirse un concreto rico en agregados empleado principalmente en obras como banquetas o pueden ser fabricados con un menor contenido de agregados reciclados, para la utilización del vaciado de concreto estructural.

La planta cuenta con un laboratorio que permite analizar el control de mezclas de concretos verificando de forma continua la proporción de agua y agregados, esto se debe a que los agregados tienen cierto porcentaje de humedad el cual varía a lo largo del día y puede llegar a afectar el porcentaje de humedad de la mezcla de concreto. Dentro de este laboratorio se está buscando la innovación mediante la implementación de materiales como: residuos de papel moneda molido que es descartado o fibra plástica para concreto útil en concretos de alta resistencia.

Se cuenta con una plantilla laboral de 32 trabajadores los cuales se encargan de la operación y el mantenimiento de la planta permitiendo que las operaciones sean continuas sin afectar el horario operativo de esta.

En la Ciudad de México se está trabajando para tratar de disminuir la mala disposición de los RCD, sin embargo, dado que es una de las ciudades más grandes del mundo las implicaciones logísticas y de cultura de la economía circular aún representan una barrera para lograr la completa reincorporación y disposición de los residuos de esta índole.

4.2.1 Determinación de crecimiento y desarrollo de la población

El desarrollo de una población depende de diversos factores como pueden ser sociales, económicos, políticos, psicológicos, climáticos, área disponible y acceso a recursos, sin embargo, el crecimiento puede ser estudiado mediante diversos modelos matemáticos. Sin embargo, es importante resaltar que dichos modelos no contemplan aspectos de las ciencias sociales y cada uno de los modelos da como resultado cierto rango de error debido a ello.

Por ello instituciones gubernamentales emplean diversos requerimientos básicos para obtener estimaciones futuras de la población lo más certeras posibles contando con una conciliación demográfica sólida sustentada en información y métodos demográficos que así lo garanticen. A partir de ésta se generan las proyecciones de la población que son un instrumento indispensable para construir y evaluar los escenarios futuros que se derivan de las tendencias observadas de los fenómenos demográficos como reflejo de la información y el devenir de la población en el país. (Losa, 2022)

La estimación de la población base es el punto de partida para una predicción con menor error en una zona. Ésta refleja el volumen y la estructura por edad y sexo de acuerdo a los cambios analizados, atendiendo a la mortalidad, la fecundidad y la migración internacional e interestatal esperadas. La exactitud y confianza de las proyecciones, depende de esta población base, la cual deberá ser consistente con el pasado demográfico y tendrá que estar libre de imprecisiones y posibles omisiones atribuibles a la sub-enumeración que se presenta en distintos grupos de edad en los datos censales.

El análisis de dinámica demográfica en lo que respecta a la Ciudad de México involucra factores como el registro de los nuevos nacimientos en los primeros años de vida, el incremento de la calidad de vida que da como resultado un incremento en la esperanza de vida, la variación en la tasa de delincuencia, el retraso en la formación de familias, teniendo hijos con padres de mayor edad, el incremento en la maternidad en mujeres menores de edad y el incremento de enfermedades crónico degenerativas producto del mayor acceso a productos procesados en esta zona geográfica.

En la Ciudad de México se prevé que la población disminuya gradualmente. Se calcula que en el 2030 alcanzará una densidad poblacional de 8 773 420 personas con una tasa de crecimiento de -0.4 por ciento anual; en 2050 llegará a 7 691 357 habitantes con un ritmo mayor de decrecimiento, -0.91 por ciento anual. Se puede apreciar que la estructura por edad y sexo aún mostrará una estructura piramidal con base amplia, pero irá acumulando una mayor proporción de población en edades adultas y avanzadas. Este comportamiento estará asociado al descenso de nacimientos el cual pasará de 113 080 nacimientos en 2015 a 85 065 en 2030 y a 56 625 en 2050. (Gobierno de México [CONAPO], s.f.)

Teniendo en cuenta que lo más importante en la predicción de población futura no son los modelos matemáticos sino las bases de datos y un buen modelado de dinámica demográfica que permita aproximar los datos a la realidad reduciendo los errores de cada método es posible emplear múltiples modelos matemáticos que pueden ser adaptados según las tendencias demográficas. (Parra, 2019)

Los principales modelos matemáticos para el análisis demográfico son los siguientes:

Aritméticos

Basado en un incremento constante y en periodos de tiempo iguales puede ser definido mediante la siguiente ecuación:

$$P_1 = P_2 + K_a (T_1 - T_2)$$

$$K_a = (P_1 - P_2) / (a_1 - a_2)$$

Donde:

P = Población

K_a = Incremento de población por año

T = Tiempo

a = año

Geométricos

En los modelos geométricos el crecimiento de la población se modela de acuerdo a la velocidad de crecimiento que es directamente proporcional al número de habitantes en cada periodo de tiempo. Esto puede modelarse mediante la siguiente ecuación:

$$\ln P = \ln P_2 + K_G (T - T_2)$$

$$K_G = (\ln P_2 - \ln P_1) / (T_2 - T_1)$$

Donde:

P = Población

K_G = Velocidad de crecimiento

T = Tiempo

El método geométrico también puede modelarse de manera similar al interés compuesto donde:

$$P = P_0 e^{K_G T}$$

$$P = P_0 (1 + i)^T$$

$$i = (P / P_0)^{1/T} - 1$$

Donde:

P_0 = Población cuando $T = 0$

También los modelos geométricos pueden analizarse de manera decreciente:

$$P = P_2 + (L - P_2)(1 - e^{-K_G(T-T_2)})$$

Donde:

L = Población máxima

Método Verhulst-Pearl o modelo logístico-biológico

Fundamentado en un modelo matemático de reproducción de las moscas, modificando variables como la alimentación, se desarrolló este sistema predictivo simulando un espacio fijo, en donde la velocidad de crecimiento aumenta hasta cierto valor, a partir del cual decrece tendiendo al valor nulo debido a la falta de alimento y la contaminación del medio. Dicho modelo fue desarrollado por P. F. Verhulst en 1844 y fue aplicado por R. Pearl en estudios demográficos obteniendo curvas con forma de "S", por lo que se le denomina "Método de la S logística".

El modelo puede ser simplificado en las siguientes ecuaciones:

$$L = (2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)) / (P_0P_2 - P_1^2)$$

$$m = (L - P_0) / P_0$$

$$a = (1/\Delta T)\ln((P_0(L - P_1)) / P_1(L - P_0))$$

Donde:

L = Población al límite

P = Población

P_0 = Población cuando $T = 0$

T = Tiempo

ΔT = Equidistancia del tiempo

Métodos algorítmicos

Este modelo se basa en un crecimiento no lineal suponiendo un crecimiento de tipo logarítmico modelado de la siguiente manera:

$$\text{Log } P_f = \text{Log } P_a + (\text{Log } P_a - \text{Log } P_p) X^N / 10$$

Donde:

Log P_f = Logaritmo de la Población Futura

Log P_a = Logaritmo de la Población Actual (último censo)

Log P_p = Logaritmo de la población del penúltimo censo

N = Número de Años a Proyectar

X = 1

Método de Malthus

Es un modelo exponencial basado en un contexto biológico que considera que una población aumenta su tamaño en una tasa proporcional al número de individuos presentes en cada instante de tiempo, por lo que las tasas de natalidad y mortalidad siempre permanecerán constantes con lo cual la población siempre aumentará su tamaño, por ende este modelo no puede ser válido por un periodo de tiempo largo, ya que llegará un momento en que los recursos alcancen su límite, acortando la tasa de crecimiento.

Para modelar poblaciones humanas mediante el método de Malthus es necesario suponer el desarrollo tecnológico y la optimización de los recursos a medida que la población aumenta en cierto periodo de tiempo.

$$P_f = P_a(1 + a)^r$$

P_f = Población Futura

P_a = Población del Último Censo

A = Promedio de Incrementos Relativos Decenales

Método de regresión

El análisis de crecimiento de población mediante la aplicación de este modelo se puede hacer partiendo del estudio de la dispersión de los datos para la selección del modelo que puede ser lineal, no lineal o curvilíneo, lineal simple con dos variables o lineal múltiple con tres o más variables. Las nubes de dispersión de datos pueden arrojar relaciones de datos de tipo, lineal positiva, lineal

negativa, exponencial positiva, exponencial negativa, potencial negativa, potencial positiva, parabólica negativa o sin relación. Lo que permite una mejor selección del modelo.

En un estudio de crecimiento poblacional para analizar la viabilidad o el tiempo de vida útil de un proyecto es importante considerar el máximo volumen de usuarios o beneficiarios del proyecto. Por ello el principal modelo a utilizar para el análisis puede ser el de mínimos cuadrados proyectándose de forma lineal positiva donde:

$$P = a + bt$$

$$a = \frac{\sum Pi - b \sum ti}{N}$$

$$b = \frac{N \sum tiPi - \sum ti \sum Pi}{N \sum ti^2 - (\sum ti)^2}$$

$$r = \frac{N \sum tiPi - \sum ti \sum Pi}{\sqrt{(N \sum ti^2 - (\sum ti)^2)(N \sum Pi^2 - (\sum Pi)^2)}}$$

Donde:

P = población

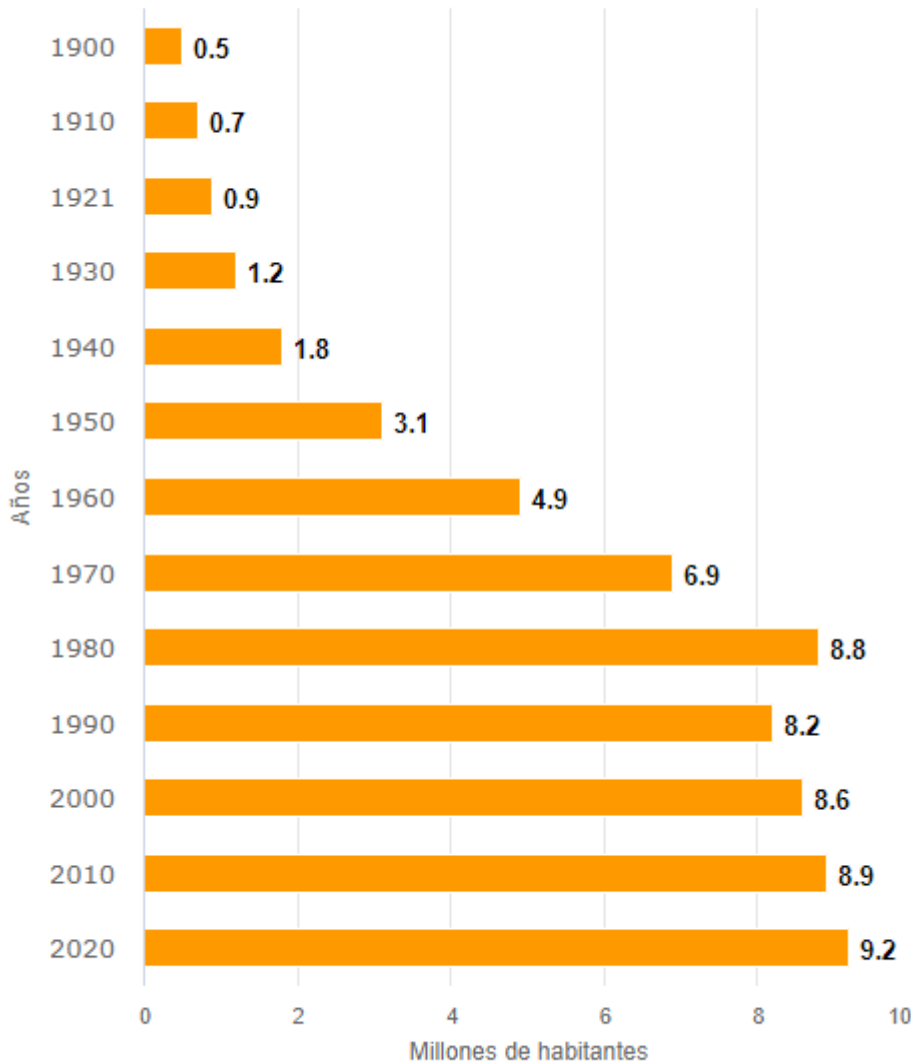
r = grado de ajuste

4.2.2 Estimación de generación de residuos respecto al tiempo

La estimación de generación de residuos de construcción y demolición depende de múltiples factores como lo es el desarrollo económico, el incremento de poder de adquisición de la población, la tasa de variación de la población respecto al tiempo, la implementación de presupuesto público en el desarrollo de infraestructura, variación de precios de materias primas, etc.

Se estima que el 24% de los RCD que se generan en México provienen de la autoconstrucción y el resto de obras privadas y públicas. Datos de la Secretaría de Obras y Servicios indican que la generación de RCD en la CDMX es de 3610 ton/día con un aprovechamiento y acopio de 3381 ton/día, sin embargo, dichos datos dependen únicamente de los flujos de ingreso en los centros de transferencia y CIREC, además de que dichos datos provienen de obras públicas. (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, [CMIC], 2022)

Población total de Ciudad de México (1900 - 2020)



FUENTE: INEGI. Censos de Población y Vivienda 1900-2020.

Figura 1: Población total de Ciudad de México (INEGI Censos de población y vivienda, 2020)

El último censo del INEGI de Población y Vivienda del 2020 ofrece información sobre la dimensión, estructura y distribución espacial de la población, así como de sus principales características socioeconómicas y culturales. En dicho censo se pueden consultar parámetros sobre la población residente en la Ciudad de México, donde existen 9, 209, 944 personas, de las cuales 4, 805,017 son mujeres (52.2%) y 4, 404, 927 son hombres (47.8%).

Del año 2010 al 2020 la Ciudad de México tuvo un crecimiento absoluto de 358,864 residentes con una tasa de crecimiento de 0.4%, la cual refleja que el ritmo de crecimiento de la población

capitalina ha ido descendiendo durante las últimas décadas. La demarcación territorial Iztapalapa, con 1,835,486 habitantes, resulta ser la más poblada, seguida de Gustavo A. Madero con 1,173,351 habitantes. Por el contrario, las demarcaciones territoriales con menor población son Cuajimalpa de Morelos y Milpa Alta con 217,686 y 152,685 personas respectivamente. La Ciudad capital presenta una densidad de población de 6,163.3 habitantes por kilómetro cuadrado y contrasta con la media nacional de 64.3 habitantes por kilómetro cuadrado. Las demarcaciones territoriales Iztacalco, Cuauhtémoc, Benito Juárez e Iztapalapa tienen una densidad superior a los 16,000 habitantes por kilómetro cuadrado.

En la CDMX durante el 2020 se contabilizaron 2,756,319 viviendas particulares habitadas con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.2% mientras que en el año 2000 la cifra era de 2,131,410 viviendas y en 2010 de 2,453,031. Durante los últimos 20 años, el promedio de ocupantes por vivienda muestra un descenso gradual que pasó de tener un promedio de 4.0 ocupantes por vivienda en 2000 a 3.3 ocupantes por vivienda en 2020.

El total de viviendas particulares en la Ciudad de México en 2020 fue de 3,035,125, de estas 2,756,319, equivalentes al 90.8% estaban habitadas y 207,026 viviendas estaban deshabitadas, lo que equivale al 6.8%, mientras que el 2.4% con un total de 71,780 viviendas contabilizadas son de uso temporal.

Durante la última década las tres demarcaciones territoriales con mayor tasa de crecimiento medio anual de viviendas particulares habitadas son: Cuajimalpa de Morelos, Benito Juárez y Milpa Alta con 2.4%, 2.3% y 2.1% respectivamente. En sentido opuesto se encuentran Iztapalapa, Magdalena Contreras, Gustavo A. Madero y Coyoacán, con una tasa menor a un punto porcentual.

En 2020, del total de viviendas particulares habitadas en la Ciudad de México, el 40.6% resultó tener piso de cemento o firme, de las cuales el 58.7% tienen pisos de mosaico, madera u otro recubrimiento. El porcentaje de viviendas con piso de tierra decreció al pasar de 1.0% en 2010 al 0.6% al 2020, indicador muy por debajo de la media nacional que es del 3.5 por ciento.

Mediante el uso de datos provenientes del INEGI y el CONAPO o Consejo Nacional de Población es posible realizar una predicción de la población para realizar un análisis de contraste de dinámica demográfica respecto al volumen de residuos generados en el país.



Figura 2: Gráfica basada en datos del INEGI y CONAPO (Elaboración propia)

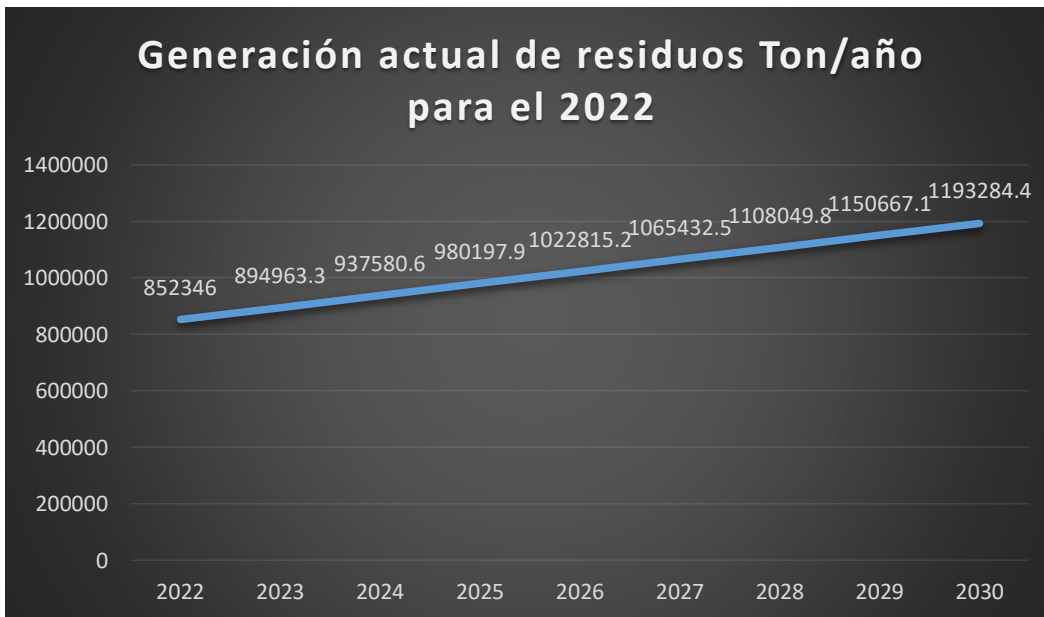


Figura 3: Gráfica basada en la estimación del crecimiento promedio anual del 5% de la industria de la construcción, el número de habitantes en la CDMX según INEGI y generación de RCD según la CMIC (Elaboración propia)

Al analizar los datos presentados por el INEGI, CONAPO y el CMIC se observa que la relación entre el crecimiento o decremento de la población no está estrictamente relacionado con la generación de residuos, esto se debe a que las necesidades de vivienda en la CDMX no están cubiertas y la

industria de la construcción sigue en constante desarrollo acompañada de la burbuja inflacionaria presente en la ciudad, la cual no solo está en crecimiento constante por las necesidades de vivienda, sino por el flujo migratorio de países con mayor poder adquisitivo.

4.2.3 Consulta de planes de desarrollo urbano de la Ciudad de México

Mediante los planes de desarrollo urbano de diferentes ciudades tanto en México como en otros países es posible entender cuál es la estrategia de desarrollo para dirigir el crecimiento de la mancha urbana, los proyectos que se pretenden desarrollar, así como la posibilidad de conseguir permisos o implementar licitaciones de diferentes obras.

En la Ciudad de México han ocurrido múltiples fenómenos demográficos producto de la evolución y la misma fundación de ésta. Comprendida por una gran migración, eventos bélicos entre los que se encuentra la conquista de la gran Tenochtitlan, fenómenos meteorológicos como inundaciones, procesos geológicos como erupciones volcánicas y eventos sísmicos.

Los procesos económicos han jugado un papel importante en la expansión de la mancha urbana al generar demanda de espacios para vivienda y toda la infraestructura que ésta implica.

Existen múltiples mecanismos que regulan la expansión de la ciudad y el desarrollo de infraestructura dentro de ésta. Entre estos mecanismos se encuentran el Plan General de Desarrollo, Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Programa General de Ordenamiento Ecológico y la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal con última reforma publicada en la G.O.C.D.M.X. el 23 de abril de 2021. Además, se rige por los programas delegacionales de desarrollo urbano que presenta cada alcaldía. (Gobierno del Distrito Federal, [PGOE], 2000)

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México es la dependencia responsable de diseñar, coordinar y aplicar la política urbana de la Ciudad de México, se encarga de la planeación urbana de la ciudad incluyendo la orientación de su crecimiento, recuperación de espacios públicos, reactivación de zonas en desuso, protección y conservación del paisaje urbano y promoción de la construcción de vivienda social autosustentable. Esto se rige por la normatividad de uso de suelo por predio, indicadores geoestadísticos de desarrollo urbano y Dictámenes de Estudio de Impacto Urbano. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, [PDDUMA], 2017)

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021- 2024 se desarrolló conforme a la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y

Desarrollo Urbano, la cual tiene como objetivo fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente, además de establecer la concurrencia de los municipios y las demarcaciones territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional, fijar los criterios para que, exista congruencia, coordinación y participación entre la federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales para la planeación de la fundación, crecimiento, mejoramiento, consolidación y conservación de los centros de población y asentamientos humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos, definir los principios para determinar las provisiones, reservas, usos del suelo, destinos de áreas y predios que regulan la propiedad en los Centros de Población y propiciar que permitan la participación ciudadana en particular para las mujeres, jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a información transparente, completa y oportuna, así como la creación de espacios e instrumentos que garanticen la corresponsabilidad del gobierno y la ciudadanía en la formulación, seguimiento y evaluación de la política pública en la materia. (Gobierno de la Ciudad de México, [PGDCDMX], 2020)

Para la elaboración del PNOTDU participaron la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, el Instituto Nacional del Suelo Sustentable, Procuraduría Agraria, Registro Agrario Nacional, Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal, Comisión Nacional de Vivienda, Fondo Nacional de Habitaciones Populares, Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado, Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores y Sociedad Hipotecaria Federal.

Con el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México el gobierno busca un crecimiento basado en múltiples estrategias de desarrollo, entre las que se encuentran la búsqueda de una ciudad igualitaria y de derechos, educadora y de bienestar, procurando la economía circular, disminuyendo el avance del cambio climático y un adecuado control de la generación de residuos, A su vez la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) 2020-2040 se ha desarrollado como una política pública que busca la reducción de las desigualdades sociales como el crecimiento de asentamientos humanos, rurales y urbanos más sostenibles, seguros e incluyentes y promover un uso más racional de los recursos naturales. (Navarrete, 2022)

La gobernanza territorial consolida espacios de diálogo e inclusión, coordinación y concertación entre los diversos actores de la sociedad y las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, con base en el Sistema General de Planeación Territorial y las normas e instrumentos para su operación en el territorio.

Objetivos del Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024

- 1.- Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.
- 2.- Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas.
- 3.- Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos.
- 4.- Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales, de los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas en el territorio, con pertinencia cultural.
- 5.- Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada.
- 6.- Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes.

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano con última reforma publicada DOF 01-06-2021, busca que toda política pública de ordenamiento territorial, desarrollo y planeación urbana siga los principios de derecho a la ciudad garantizando a todos los habitantes de un asentamiento humano o centros de población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, equidad e inclusión para el ejercicio pleno de derechos en condiciones de igualdad, derecho a la propiedad urbana, adoptar perspectivas que promuevan el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano, participación democrática y transparencia, fortalecer la productividad y eficiencia de las ciudades y del territorio, protección y progresividad del espacio público, propiciar y fortalecer todas las instituciones y medidas de prevención, mitigación, atención, adaptación y resiliencia que tengan por objetivo proteger a las personas y su patrimonio, frente a los riesgos naturales y antropogénicos, sustentabilidad ambiental y accesibilidad universal y movilidad. (Cámara de Diputados, [LGAHOTDU], 2021)

A su vez tiene por objeto definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en la CDMX, así como los instrumentos y procedimientos para su protección, vigilancia y aplicación, regular el ejercicio de las facultades de las autoridades de la administración pública de la CDMX en materia de conservación del ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico, así como prevenir los daños al ambiente, de manera que la obtención de beneficios económicos y las actividades sociales se generen en un esquema de desarrollo sustentable, establecer y regular las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de competencia de la CDMX y regular el suelo de conservación para la preservación de los ecosistemas y recursos naturales de la Tierra, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se suma por convenio con la Federación, estados o municipios. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, [LAPTRDF], 2021)

Así como prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en la CDMX en aquellos casos que no sean competencia de la federación, establecer las medidas de control, de seguridad y las sanciones administrativas que correspondan, para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta ley y de las disposiciones que de ella se deriven, regular la responsabilidad por daños al ambiente y establecer los mecanismos adecuados para garantizar la incorporación de los costos ambientales en los procesos productivos, establecer el ámbito de participación de la sociedad en el desarrollo y la gestión ambiental, reconocer las obligaciones y deberes tanto del gobierno como de la sociedad, para garantizar el respeto a la Tierra así como promover y establecer el ámbito de participación ciudadana individual, colectiva o a través de los órganos de representación ciudadana e instrumentos de participación ciudadana en los términos de la ley, en el desarrollo sustentable y de gestión ambiental.

En el artículo 10 se indica que en lo que respecta a la CDMX corresponde a cada una de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México proponer y opinar, según el caso, respecto del establecimiento de áreas de valor ambiental, áreas verdes en suelo urbano y áreas naturales protegidas dentro de su demarcación territorial, y participar en su vigilancia, celebrar convenios con el gobierno de la CDMX para la administración y preservación de las áreas naturales protegidas, los recursos naturales y la biodiversidad, promover la participación ciudadana en materia ambiental individual, colectiva o a través de los órganos de representación ciudadana e instrumentos de participación ciudadana, implementar acciones de conservación, restauración y vigilancia del equilibrio ecológico, así como impulsar acciones orientadas a la construcción de resiliencia desde

las demarcaciones territoriales, difundir los programas y estrategias relacionadas con el equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la contingencia o emergencia ambiental, establecer de forma gradual en el servicio de alumbrado público de su demarcación, sistemas de ahorro de energía que permitan el aprovechamiento de energía solar. Para tal efecto, las alcaldías deberán destinar una parte de su presupuesto para dar exacto cumplimiento a lo anterior, por lo que la implementación de centros de transferencia y de tratamiento de RCD es clave para concordar con lo mencionado en la ley. (Gaceta Oficial del Distrito Federal, [LAPTDF], 2022)

La Secretaría en el ámbito de sus atribuciones, supervisará y verificará que las demarcaciones cumplan dicha disposición, aplicar las sanciones administrativas, medidas correctivas y de seguridad correspondiente por infracciones a esta ley y sus reglamentos, así como iniciar las acciones correspondientes ante las autoridades competentes, en contra de los funcionarios o personas que inciten o propicien invasiones a áreas verdes de suelo urbano y al suelo de conservación. La cual, ante un inminente daño ambiental podrá aplicar medidas precautorias para garantizar la protección de los derechos, las alcaldías deberán otorgar un porcentaje de su presupuesto anual que garantice el mantenimiento, la protección, la preservación, la vigilancia de las áreas verdes y barrancas de su demarcación. Las alcaldías que tengan un porcentaje mayor de 9 metros cuadrados de área verde por habitante, no deberán permitir por ningún motivo su disminución. Las alcaldías que no cuenten con 9 metros cuadrados de área verde por habitante, deberán incrementarlo buscando alcanzar este objetivo con alternativas para la creación de nuevas áreas verdes como son: azoteas verdes, barrancas, retiro de asfalto innecesario en explanadas, camellones, áreas verdes verticales y jardineras en calles secundarias, elaborar campañas de difusión para informar a los habitantes de su demarcación territorial sobre el tema de cambio climático y la importancia del cuidado al medio ambiente, integrar el inventario de áreas verdes de su competencia, así como de las especies de flora y fauna silvestres presentes en las mismas, correspondiente a su demarcación territorial, formular, ejecutar y evaluar el programa ambiental delegacional, bajo los objetivos y lineamientos del programa sectorial ambiental, proponer a la secretaría las modificaciones en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, [PNOTDU], 2021)

Además de que en el artículo 11 se establece que la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, debe proteger, defender y restaurar el medio ambiente; así como instaurar mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el cumplimiento

de tales fines, en los términos de las disposiciones de la presente Ley y de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. La Ley Orgánica respectiva, dispondrá las atribuciones y estructura de dicha Procuraduría. (Gobierno de la Ciudad de México, [PAOT], 2021)

4.2.4 Características geológicas y topográficas

Cuando se desea analizar un área para realizar cualquier tipo de estudio ya sea geológico, topográfico, civil o multidisciplinario, es necesario hablar en un mismo lenguaje para que todos los involucrados en el proyecto puedan leer, interpretar o aportar en la construcción del producto o mapa.

Un mapa o carta puede definirse como una representación gráfica de un conjunto de elementos espaciales que aportan información sobre un área específica. Mediante un mapa es posible plasmar fenómenos geográficos como topografía, biología, climatología, geología, edafología, demografía, procesos físicos y sociales. En la actualidad la información que puede contener un mapa o carta gracias a la tecnología es muy amplia llegando a generar grandes bases de datos, por lo que el proceso de construcción de una carta puede agruparse por el contexto del proyecto al que va dirigido dando lugar a los mapas o cartas temáticas.

En general la elaboración de mapas puede apoyarse en cartas o mapas topográficos los cuales son elaborados a partir de la obtención de información física, mediante imágenes o espectros satelitales, fotografías aéreas, levantamientos geodésicos, astronómicos, restitución fotogramétrica y procesamiento numérico, con la finalidad de generar una representación geométrica, ya sea en forma gráfica o analítica.

Las cartas topográficas permiten identificar de manera precisa y georeferenciada la posición, altitud, forma, dimensión, geomorfología, hidrología, vegetación, poblados, infraestructura, telecomunicaciones, vías férreas, carreteras principales, etc.

En México los mapas topográficos se elaboraron con base en el DATUM NAD27 y actualmente se utiliza como referencia el Sistema ITRF92 (cuyo elipsoide es el GRS80 prácticamente equivalente al WGS84 considerado en el Sistema GPS).

Según la escala de representación cartográfica, la Tierra se puede considerar con una forma esférica, y en ocasiones cuando estudiamos un área pequeña, podemos asumirla como plana. Como las masas continentales son anisotrópicas, actúan de modo diferencial sobre la dirección de la gravedad y dado que la superficie del geoide es perpendicular en todos sus puntos a esa dirección, se

comprende que el geoide no tenga una forma regular y por lo tanto su figura no sea expresada matemáticamente. Por ello en la geodesia práctica, se recurre a sustituir la figura del geoide por otra matemática y semejante cuya forma difiera lo menos posible del geoide: Un elipsoide de revolución, es decir la figura generada por una elipse que gira alrededor de su eje menor.

En topografía la configuración es la representación del relieve del terreno por medio de curvas de nivel, las cuales componen el mapa a partir de la unión de un conjunto de planos paralelos y equidistantes entre sí, estableciendo una perspectiva que relaciona la diferencia de alturas y la arquitectura del terreno. Las curvas de nivel que indican la altura expresada de forma numérica reciben el nombre de curvas maestras y dicha altura siempre debe ser representada en dirección ascendente de modo que cuando el valor es leído en el mapa se interpreta la dirección de pendiente del terreno.

La equidistancia es la separación vertical que existe entre dos curvas de nivel consecutivas, depende de la escala del dibujo y de la pendiente del terreno. Gracias a la equidistancia es posible interpretar las características del terreno como pendientes abruptas o planicies.

Para poder entender el comportamiento y las características de las curvas de nivel es necesario entender que toda curva debe cerrar sobre sí misma. Esto puede ocurrir dentro del área levantada o fuera de ella y por tanto, no aparecer en el plano, una curva no puede ramificarse en otras de la misma cota, las curvas no se pueden juntar o cruzar porque representan contornos de diferente cota en el terreno, las curvas solo se cruzan entre sí en el caso de una caverna o de un peñasco en voladizo, una curva sola no puede quedar entre otras dos de mayor o menor cota, la distancia horizontal entre dos curvas de nivel consecutivas es inversamente proporcional a la pendiente, las curvas igualmente espaciadas indican pendiente uniforme, si el espaciamiento entre las curvas es amplio la pendiente es suave, si es muy estrecho la pendiente es fuerte y si las curvas llegan a quedar sobrepuestas indica un acantilado, las curvas concéntricas y cerradas representan una elevación o una depresión, si las cotas van creciendo o decreciendo hacia el centro, respectivamente, las curvas son perpendiculares a las líneas de máxima pendiente y tienden a ser paralelas a las corrientes, además de que las curvas en las divisorias de las aguas son cóncavas hacia la parte más alta, mientras que en los arroyos o vaguadas son convexas.

Cuando se realiza cartografía temática como lo es la cartografía geológica se busca representar características específicas que proporcionen información específica que aporte datos para el

desarrollo de un proyecto ya sea que se trate de la elaboración de una carta geológica informativa o de la elaboración de una carta que funja como guía para el desarrollo de un proyecto como la construcción de un centro de tratamiento de residuos de diversa índole. Para la construcción de una carta topográfica de este tipo es posible basarse en los principios metodológicos de la fotogeología que consisten en la identificación de elementos singulares, agrupación con base en semejanzas, formulación de hipótesis, comprobación de hipótesis con base en observaciones adicionales, así como la delimitación de rasgos y asignación de carácter litológico o estructural.

Las características orográficas e hidrográficas de una región en particular, expresan la naturaleza propia de los elementos geológicos de la región. Ya que el relieve y el drenaje dependen del tipo de rocas expuestas, del ritmo de los procesos geológicos y del clima del lugar. Estos tres factores, litología, procesos geológicos y clima matizan la configuración del terreno.

Mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de la geometría del terreno interpretando la red de drenaje y la toponimia regional, podemos obtener información de tipo litológica, estratigráfica, estructural y tectónica.

Con el análisis cualitativo se pueden obtener características físicas y químicas de las rocas expuestas y de ahí interpretar su clasificación litológica. Usando la simetría de las laderas, en las orientaciones de las sierras y sus alineaciones se pueden inferir rasgos estructurales mayores. La interpretación se realiza con base en el reconocimiento, tanto de rasgos y características, como de la geometría de las áreas con igual densidad de rasgos o características.

El relieve terrestre es el resultado de los procesos geológicos dinámicos internos como los intercambios de materia en el mato y externos como la tasa de meteorización, procesos hidrológicos y atmosféricos, procesos biológicos, intervención antropogénica y la unión de estos en el tiempo. Tomando en cuenta el análisis de estos procesos para estudiar el relieve expresado mediante curvas de nivel se debe examinar como una imagen volumétrica.

Durante la observación tridimensional del relieve, el drenaje es un auxiliar en la percepción tridimensional a partir de un mapa, aunque en algunas ocasiones el mapa no tiene impreso el drenaje por cuestiones de jerarquía en los rasgos hidrográficos o por cuestiones de densidad y balance de la información. En caso de que dicha información no esté expresada en el mapa se puede conocer buscando los puntos de inflexión en una curva reconociendo dos ámbitos uno hacia el lado cóncavo y otro hacia el lado convexo, valorando hacia donde asciende el relieve, con base en el

implante de las cotas en las curvas maestras, si asciende hacia el lado cóncavo, entonces se trata de un interfluvio; si asciende hacia el lado convexo, la línea que une los puntos de máxima curvatura corresponde con un drenaje.

Existen geometrías comunes en el terreno que pueden ser identificadas por su topoforma como lo son los volcanes con una geometría cónica, su tamaño y la pendiente de sus laderas dependen del tipo de estructura volcánica; ya se trate de un volcán escudo, estratovolcán o cono cinerítico, las cuestas que se caracterizan por una geometría a manera de dos rampas convergentes con inclinaciones desiguales, la ladera con menor pendiente corresponde por lo general con la inclinación de una sucesión conformada por unidades tabulares con desigual resistencia a la erosión, por lo general de origen sedimentario, las mesas que son una forma del relieve caracterizada por una superficie horizontal aislada y bordeada por laderas más o menos escarpadas. Frecuentemente están conformadas por cuerpos sedimentarios o volcánicos resistentes a la erosión, dispuestos en forma subhorizontal sobre materiales más deleznable, los abanicos aluviales caracterizados por una superficie de sector cónico de poca pendiente con su ápice hacia el pie de una montaña y las dolinas conformadas por depresiones con traza burdamente circular, con laderas escarpadas y con fondo plano, puede coincidir con el punto en donde desaparece una corriente fluvial.

Con ayuda de la geomorfología es posible inferir características como depósitos recientes con unidades tabulares poco discretas presentes en superficies planas, rocas fracturadas o con distorsión comunes en superficies irregulares, aparatos volcánicos, dolinas, cráteres, abanicos aluviales o conos de deyección comunes en superficies cónicas, cohesión de los materiales, cementación, granulometría del material sin consolidar, fluidez de las rocas lávicas, inclinación de los estratos o de las superficies de falla representado por una pendiente, mientras que los cambios de inclinación en las laderas corresponden a límites entre unidades de diferente litología, rasgos estructurales y variación en el ritmo de erosión o de meteorización.

La densidad de la red de drenaje es función inversa de la permeabilidad de las rocas en las cuales es visible, mientras que las rocas impermeables presentan redes de drenaje más densas. La configuración de las redes de drenaje expresan las estructuras geológicas, sobre todo en los patrones de drenaje radial y angular; los tramos rectilíneos de las corrientes pueden corresponder con la traza de fallas y fracturas. La desintegración de la red de drenaje indica anomalías que pueden corresponder con rasgos estructurales o con un desarrollo kárstico representando riesgos en el terreno al ser sometidos a grandes cargas.

4.2.5 Provincias fisiográficas

Las provincias fisiográficas ofrecen una visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representando las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía, la información se difunde a través de cartas fisiográficas en diferentes formatos para su consulta o descarga.

Con la intención de establecer un marco esencial de referencia para la representación cartográfica de los Recursos Naturales, se procedió a finales de los 70's y principios de los 80's a elaborar el Sistema Fisiográfico. La superficie del país presenta una gran variedad de formas del relieve, que integran conjuntos paisajísticos de diversos tipos. Algunos de estos conjuntos conservan una unidad de paisajes sobre extensiones muy grandes.

Divide al territorio nacional en provincias compuestas por un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva, subprovincias compuestas con grupos de características distintivas, discontinuidades y sistemas de topoformas comprendiendo patrones estructurales.

Es útil para la realización de estudios interdisciplinarios, académicos y científicos en aspectos ambientales y como herramienta para estudios de las regiones naturales del país.

Las provincias fisiográficas se encuentran disponibles en la página del INEGI en versión digital en archivos vectoriales *.SHP en escala 1: 1, 000,000.

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que sustenta. Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 de estas provincias.

Según los Datos básicos de la geografía de México (INEGI 1991) éstas son:

1. Península de la Baja California
2. Llanura Sonorense
3. Sierra Madre Occidental
4. Sierras y Llanuras del Norte
5. Sierra Madre Oriental
6. Grandes Llanuras de Norteamérica
7. Llanura Costera del Pacífico
8. Llanura Costera del Golfo Norte
9. Mesa del Centro
10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico
11. Península de Yucatán
12. Sierra Madre del Sur
13. Llanura Costera del Golfo Sur
14. Sierra de Chiapas y Oaxaca
15. Cordillera Centroamericana.

Consultar Anexo 1 para mayor información.

4.2.6 Tectónica y la geología estructural en el desarrollo de proyectos

La Tectónica y la Geología estructural tratan con el movimiento y deformación en la corteza de la Tierra y el manto superior (Moore y Twiss, 2000). El estudio de la deformación tiene que ver con los cambios estructurales que ocurren en la posición, orientación, forma y volumen originales de un cuerpo de roca, así como los procesos físicos y químicos que producen esos cambios (Davis, 1996). Dependiendo de su propia composición y de las condiciones a que sean sometidas las rocas, su respuesta a la deformación ocurrirá en el régimen dúctil o el régimen frágil, cada uno con sus

estructuras geológicas características. Las estructuras geológicas más comunes en el régimen dúctil son los pliegues, mientras que las del régimen frágil son las fallas y fracturas.

La superficie terrestre y el subsuelo están compuestos, desde el punto de vista geológico, de materiales rocosos muy variados; se tienen rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas en distintos volúmenes, arreglos, límites y relaciones. En cualquier volumen de roca, los materiales que las componen se pueden observar a escalas diferentes, y se encuentra, en la mayoría de los casos que no son homogéneos ya que pueden presentar discontinuidades, estructuras geológicas, diferente composición, y otros rasgos que las distinguen; estos elementos permiten conocer su naturaleza, sus relaciones estratigráficas y estructurales. Las discontinuidades en las rocas pueden ser estratigráficas o estructurales. La discontinuidad estratigráfica más común, a pequeña escala, es la que ocurre entre los estratos, la cual nos ayuda a interpretar los cambios a que fueron sujetas estas rocas cuando se encuentran en una posición muy diferente a como se originaron. Otra discontinuidad estratigráfica importante es la discordancia, la cual se manifiesta generalmente como una superficie de erosión entre dos cuerpos rocosos de diferente edad, esto es, que entre la acumulación de ambos, transcurrió cierto tiempo durante el cual no hubo acumulación de sedimentos. Por lo general, no existe paralelismo entre los cuerpos tabulares separados por una discordancia. Las discontinuidades estructurales, por otro lado, son más comunes y las podemos encontrar como fracturas o fallas en cualquier tipo de roca. Estas últimas, son estructuras geológicas que, junto con los pliegues, son motivo de estudio de la Geología Estructural.

La Geología Estructural es la rama Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron; también es importante su identificación, descripción y representación gráfica en mapas y secciones geológicas. Las estructuras geológicas, las podemos estudiar a nivel microscópico (microscopio petrográfico y estereoscópico), en láminas delgadas, en una muestra de mano, en un afloramiento o como un rasgo mayor en una fotografía aérea o en una imagen de satélite; por lo que se describen también como microestructuras, mesoestructuras y macroestructuras. Las estructuras geológicas se encuentran en cualquier tipo de roca y se forman en todos los ambientes geológicos. Presentan características distintivas relacionadas con su origen, tiempo de formación y tipo de material, por lo que se dividen en estructuras primarias y secundarias, sin embargo, la Geología Estructural se encarga de estudiar únicamente a las estructuras geológicas producto de la deformación.

Tectónica es la rama de la Geología que se encarga del estudio de los rasgos estructurales mayores de la Tierra, de su distribución geográfica y de las causas que los originaron. Los rasgos estructurales mayores de la Tierra pueden ser estudiados utilizando imágenes de satélite, cadenas montañosas deformadas, analizando zonas sísmicas y volcánicas, etc.

La Tectónica actual se caracteriza por dividir a la litósfera en una serie de placas tectónicas con diversos tipos de límites, geometrías, velocidades y direcciones de desplazamiento; en esos límites o en sus proximidades ocurren distintos procesos geológicos como sismicidad, vulcanismo y deformación a distintas escalas. La tectónica, en tiempo geológico pasado, se puede interpretar a partir del estudio de distintas secuencias ígneas de la corteza terrestre y del análisis de los estilos y fases de deformación que presentan las rocas expuestas y del subsuelo.

Una estructura geológica es el arreglo espacial y temporal particular que guardan los componentes rocosos o un conjunto rocoso. Las estructuras geológicas presentan características geométricas distintivas y otros rasgos característicos de los que sobresalen la forma, el tamaño, sus límites, sus relaciones, su orientación, el tipo de material, su distribución geográfica, etc. Las estructuras geológicas de acuerdo con su origen y características se dividen en primarias y secundarias. Todas tienen importancia para entender distintos procesos geológicos y algunas, son de interés económico por las sustancias que contienen.

Se denomina estructura primaria a aquellas que se originan simultáneamente a la formación de las rocas como resultado de su depósito o su emplazamiento. Estas pueden ocurrir en rocas sedimentarias y en rocas ígneas; su existencia es clave para interpretar los procesos de acumulación o depósito y el medio ambiente en que se formaron.

Las estructuras secundarias son aquellas estructuras geológicas que adquieren las rocas, posteriormente a su litificación como respuesta a un estado de esfuerzo y por cambios en la temperatura. Los cambios que experimentan las rocas son irreversibles y se expresan como deformación o metamorfismo. Las estructuras secundarias se pueden desarrollar tanto en rocas ígneas, como sedimentarias o metamórficas; sus características finales dependen de diversos factores, entre otros, la propia naturaleza de las rocas sujetas al proceso de deformación. Las estructuras primarias, debido a su forma, arreglo, geometría y tipo de roca son de gran importancia para la interpretación de facies, ambiente de depósito, procesos de sedimentación o emplazamiento y son muy útiles para identificar polaridad (base y cima de las capas) de secuencias

ígneas y/o sedimentarias. Algunas características distintivas (forma y geometría) de las estructuras primarias se conservan cuando las rocas son sometidas a esfuerzos y se deforman; los elementos geométricos que se reconocen en las secuencias deformadas se utilizan como referencia para la interpretación de los estilos, magnitud y fases de deformación, también son importantes para interpretar la magnitud, el sentido y los tipos de esfuerzos que las originaron; la estratificación por ejemplo, es la referencia principal para describir e interpretar los distintos tipos de pliegues.

Los esfuerzos dan como resultado procesos de cambio y modificación de las estructuras geodinámicas de la Tierra, la Reología es la ciencia que estudia la deformación y el flujo de los materiales, sin embargo, en la Geología es posible aplicar dichos conceptos en el análisis estructural de la corteza terrestre.

Dichas estructuras pueden ser agrupadas de manera genérica en fracturas, fallas y pliegues, siendo el resultado de los mecanismos de deformación en múltiples sistemas de esfuerzos.

Un pliegue es una superficie que presenta variaciones en su curvatura, la curvatura puede ser positiva, negativa o cero. La línea que une los puntos de máxima curvatura se denomina charnela. Las líneas que unen puntos de curvatura cero se llaman líneas de inflexión. Las líneas de inflexión se subdividen en dominios de plegamiento. Los dominios con curvatura negativa, es decir, el cierre hacia arriba, son conocidos como antiformes, aquellos con curvatura positiva, cierre hacia abajo, son sinformes. Aquellas flexiones que presentan línea de charnela vertical se llaman neutros.

Los pliegues se clasifican de acuerdo a las relaciones estratigráficas de la sucesión involucrada y su arreglo espacial. Si en un pliegue las rocas más viejas se encuentran hacia el lado cóncavo se trata de un anticlinal, mientras que en el pliegue si las rocas más jóvenes se encuentran hacia el lado cóncavo se trata de un sinclinal.

Las fallas y fracturas son estructuras características del régimen de deformación frágil. Las fracturas son superficies de ruptura o discontinuidad en las rocas, causadas por esfuerzos o patrones producto de múltiples procesos termodinámicos como lo es el enfriamiento de cuerpos magmáticos, mientras que las fallas son superficies de ruptura a lo largo de las cuales ha ocurrido algún desplazamiento diferencial. Una superficie de falla puede presentar diversos tipos de geometrías.

Una falla analizada como un plano se puede caracterizar por su rumbo y su echado, con base en una superficie inclinada de falla se define dos bloques, uno por encima del plano de falla denominado bloque de techo y otro debajo reconocido como bloque de piso. El desplazamiento entre bloques puede representarse mediante un vector que se puede descomponer en una paralela al rumbo y la otra paralela a la dirección del echado. El módulo o magnitud del vector desplazamiento se conoce como desplazamiento neto.

Las fallas se clasifican por el movimiento relativo entre sus bloques en tres tipos: falla normal, falla inversa y falla lateral. Conjuntos de fallas de estos tipos se pueden presentar en sistemas conjugados formados casi sincrónicamente.

Una falla se denomina normal cuando el desplazamiento relativo entre los bloques es tal que el bloque de techo baja con respecto al de piso. Este tipo de fallas presentan regularmente ángulos mayores a los 50°.

Las fallas normales acomodan extensión y en ocasiones definen conjuntos estructurales en forma de pilares (horsts) y cuencas (grabens).

Se dice que una falla es inversa cuando su bloque de techo sube con respecto al de piso. Se trata de fallas cuya inclinación generalmente es menor a 45°, su componente vectorial paralela a la línea de máxima pendiente es la predominante, mientras que su componente a rumbo es nula o casi nula. Este tipo de estructuras acomodan el acortamiento cortical. Las fallas inversas con ángulos bajos se llaman cabalgaduras, estas se presentan muy frecuentemente en niveles superficiales de las partes externas de zonas orogénicas compresivas. Al repetir el espesor estratigráfico por sobre posición tectónica, generan espesores estructurales muy grandes. Una cabalgadura con más de 10 km de desplazamiento, se denomina napa.

Las fallas laterales son aquellas cuyos planos tienden a ser verticales y su vector desplazamiento es casi horizontal, el cual predomina la componente vectorial a rumbo, mientras que la componente del echado tiende a cero. Las fallas transformantes o de transformación son un tipo particular de fallas laterales que separan placas tectónicas.

Las fallas rotacionales describen un vector de desplazamiento desde una trayectoria circular, por lo que se les llama fallas de tijera o rotacionales por el movimiento relativo entre sus bloques. Este

tipo de fallas presentan un sector en donde el movimiento relativo entre los bloques es normal y otro sector donde se reconoce como una cabalgadura.

Algunas fallas normales presentan una superficie alabeada, cóncava hacia el bloque de techo; es decir, curvas con concavidad hacia arriba, cuyo desplazamiento produce un efecto rotacional en el bloque de techo de acuerdo a un eje sub paralelo al rumbo de la falla. A este tipo de fallas se les califica como lístricas.

Cuando la deformación es por compresión, en el campo frágil se forman fracturas de cizalla y tensionales, así como fallas inversas o de transcurrencia, en las que un bloque sube respecto a otro. Sin embargo, cuando se habla de deformaciones en el campo dúctil ocurre un acomodamiento de las partículas sin ruptura, formándose pliegues anticlinales o cóncavos en dirección inferior y sinclinales o con concavidad apuntando al techo del bloque o superficie.

Cuando la deformación se debe a procesos de extensión puede ocurrir adelgazamiento, fracturamiento o fallamiento normal en la que un bloque desciende respecto a otro. En el campo frágil puede ocurrir fracturamiento o ruptura con desplazamiento originando una falla normal.

Cuando la deformación es causada por esfuerzos de cizalla o laterales se pueden generar pliegues, fracturas, fallas laterales o zonas de cizalla.

Una distorsión pequeña sobre un cuerpo puede ser reversible, es decir; que el material puede recobrar su forma original cuando se retiren los esfuerzos aplicados; tal deformación es característica de los cuerpos sólidos deformados en el rango elástico. Cuando se rebasa el límite elástico, la roca pierde su cohesión interna y presenta una deformación frágil. Las rocas, sin embargo, presentan deformaciones muy grandes aún mayores que las que presentan los cuerpos elásticos. Las rocas que presentan estas deformaciones muy grandes, son permanentes y sin que presenten superficies de ruptura; es decir que han experimentado una deformación dúctil. Usualmente la corteza terrestre superior se comporta de forma elástica, mientras que la inferior, de manera plástica; esta última fluye y su forma no se recobra, por lo tanto, la deformación es permanente siendo posible que ésta sea medible. Para medir la deformación que presentan los cuerpos rocosos se estudian los cambios de longitud de líneas de referencia y los cambios en las relaciones angulares entre dos líneas usadas como referencia.

Mediante la elongación también llamada extensión es posible asignar un valor numérico o un porcentaje al cambio de longitud de una línea en cualquier dirección con relación a una longitud inicial, dicho cambio puede ser a una longitud mayor o a una más pequeña.

La deformación puede ser expresada como homogénea y heterogénea; así como deformación por cizalla pura y deformación por cizalla simple.

Cuando se presenta deformación homogénea las líneas rectas y paralelas permanecen con valores constantes, mientras que en la deformación heterogénea estas características cambian en la dirección determinada por esta.

En la deformación irrotacional o de cizalla pura las orientaciones de los ejes principales de referencia que se reconocen en un cuerpo rocoso no deformado, no cambian cuando el cuerpo ha experimentado deformación, generando únicamente rotación en uno de los ejes, mientras que en la cizalla simple las orientaciones de los ejes principales de referencia que se reconocen en un cuerpo rocoso no deformado sí cambian, si el cuerpo ha experimentado deformación, puede ser acumulada por múltiples eventos generando incrementos y dando lugar a la deformación progresiva hasta llegar a la deformación finita o actual.

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el *Cinturón Circumpacífico* donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. La alta sismicidad en el país, se debe principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y la Ciudad de México.

Aunque las zonas epicentrales se localizan en diversos puntos del Pacífico, la Ciudad de México, a pesar de que no se encuentra sobre la costa, se ha convertido en el receptor sísmico de todos ellos

debido a que está lo suficientemente cercana para experimentar sus efectos y la causa de que estos sean más dañinos en esta zona que en otros lugares, radica entre otras cosas en la naturaleza de su terreno ya que fue fincada en lo que fuera un lago.

El estudio de la actividad sísmica de México comenzó a principios del siglo, sin embargo, los antecedentes históricos de grandes sismos del país fueron registrados en un gran número de documentos. En 1910 se inauguró la red sismológica mexicana y desde esa fecha hasta nuestros días se ha mantenido una observación continua de los temblores cuyos registros se conservan en la Estación Sismológica de Tacubaya y otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM, encargada de operar el Servicio Sismológico Nacional -SSN- y su red de 35 estaciones sismológicas. El SSN reporta en el país, en promedio, la ocurrencia de 4 sismos por día de magnitud $M > 3.0$.

Existe otro grupo de trabajo en el Centro de Investigaciones y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE), que enfoca su estudio entre otros aspectos, a la actividad sísmica asociada tanto al Golfo de California como a la falla de San Andrés, al igual que la Red Sismológica del Noroeste (RESNOR). Adicionalmente, algunas instituciones de enseñanza superior en el interior del país, hacen estudios de sismicidad regional. Los diferentes grupos mantienen comunicación para dar a conocer sus avances.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

- ❖ La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos y no se han reportado sismos en los últimos 80 años, además de que no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración gravitatoria a causa de temblores.
- ❖ Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- ❖ La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración gravitatoria.

VULNERABLES ANTE SISMOS

El mapa muestra los grados de peligro y vulnerabilidad calculados por el Cenapred ante temblores a los que están expuestos los estados de la República mexicana.



Figura 4: Zonas sísmicas de México (Mexperencia, 2021)

Otra forma de catalogar a las regiones sísmicas del país está dada por Regiones Sísmicas, Penisísmicas y Asísmicas. Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de Ciudad de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco y Puebla; las Zonas penisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, mientras que las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y las Zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

En sí, las zonas de mayor sismicidad se concentran en la costa occidental del país a lo largo de los bordes de varias placas cuyo contacto es conocido como Trinchera. Se ha utilizado de acuerdo con el SAS, la expresión de “brecha sísmica” a la zona geográfica donde no se han producido sismos de 7 ó más grados en la escala de Richter por un largo periodo de tiempo (50 años o más) para determinar la Brecha de Guerrero (cerca de 100 años de acumulación de energía elástica), la Brecha de Jalisco (aproximadamente 70 años) y la Brecha de Chiapas (con más de 300 años) como las áreas de mayor riesgo en el país.

Sismógrafos y acelerógrafos, estudian la frecuencia de los sismos en esta región y aunque los estudios todavía no están concluidos se puede decir que es probable que en la costa de Guerrero ocurra un gran sismo para liberar energía acumulada, aunque se debe aclarar que con precisión no se sabe cuándo, ni dónde, ni la magnitud de un sismo.

Existe un hueco muy grande que va desde el sureste de Petatlán hasta casi Pinotepa Nacional, si esta región se rompe en un sólo movimiento telúrico, éste puede tener una magnitud superior a 8 en la escala de Richter, aunque también pueden ocurrir una serie de sismos de menor magnitud. Cabe mencionar que los temblores de 1907 a 1911 fueron menores a 7.9. (Servicio Geológico Mexicano, 2022)

Zonificación del Valle de México.

Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del Valle de México, se puede tratar como una zona sísmica en la que se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

- ❖ Zona I, firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.
- ❖ Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.
- ❖ Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (Lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

Zonificación del Valle de México

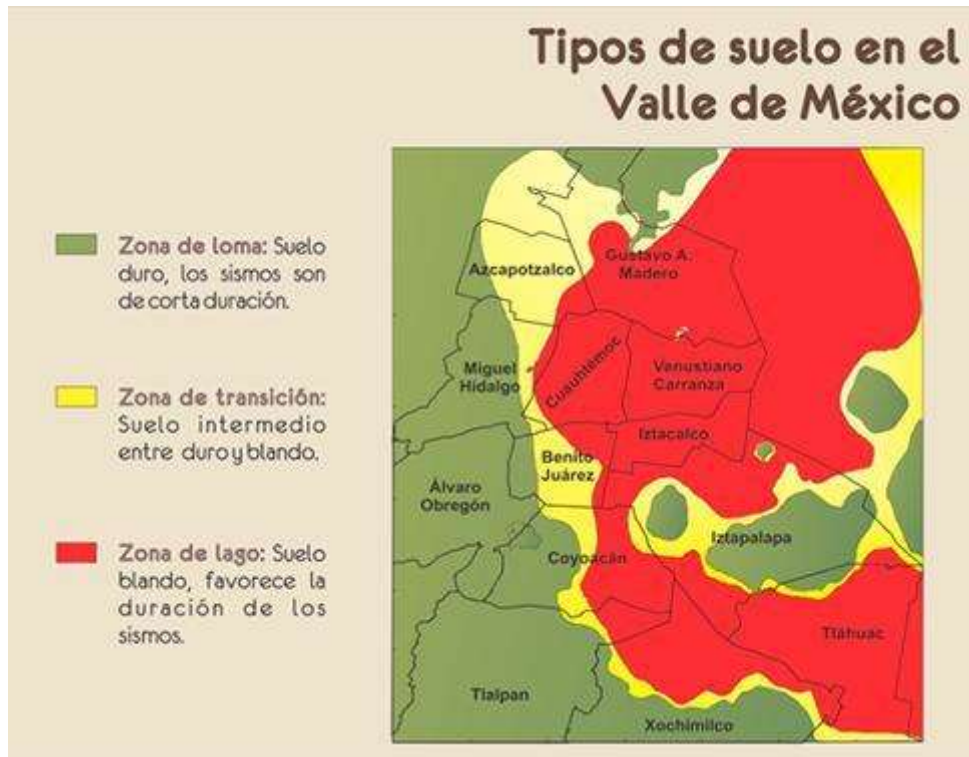


Figura 5: Tipos de suelos sísmicos en el valle de México (Blog Cires, 2015)

En promedio, en México ocurren:

Sismos de magnitud ≥ 7.5 grados en la escala de Richter, 1 cada 10 años

Sismos de magnitud ≥ 6.5 grados en la escala de Richter, 5 cada 4 años

Sismos de magnitud ≤ 4.5 grados en la escala de Richter, 100 cada año.

Los sismos más destructivos en la historia de la Ciudad de México alcanzaron una magnitud de 8.1 y 7.6 el 19 y 20 de septiembre de 1985; recientemente el de 7 de septiembre de 2017 tuvo lugar un sismo de magnitud 8.2 y el 19 de septiembre del 2017 ocurrió otro de magnitud 7.1, ambos con alcances similares a los anteriores que aunque no han sido los de mayor magnitud, sí los que más pérdidas han causado por el tamaño, la densidad y lo intrincado de la megalópolis afectada. El sismo del 7 de septiembre del 2017, ocurrió en las costas del Golfo de Tehuantepec, a las 23:49:18 horas siendo el epicentro a 133 km al suroeste de Pijijapan, Chiapas, en la Latitud: 14.85° . Longitud: -94.11° , con una profundidad de 58 km. Al 3 de octubre de 2017, se habían reportado 6286 réplicas, dos mayores de magnitud 6.1.

El sismo del 19 de septiembre del 2017 ocurrió a las 13:14:40 horas con epicentro a 12 km al sureste de Axochiapan, Morelos, con una profundidad de 57 km; Latitud 18.4° Longitud -98.72°. Al 3 de octubre de 2017 habían sucedido 39 réplicas siendo de 4 la de mayor magnitud. (Servicio Sismológico Nacional, [SISMO], 2022)

Sobre el sismo del 19 de septiembre, la distancia de este epicentro respecto a la Ciudad de México es de 120 kilómetros. Afectó más a una franja ubicada al centro de la Metrópoli, donde se encontraba el extremo poniente del Lago de Texcoco. En esta área se localizan los daños más significativos. La franja abarca desde la delegación Gustavo A. Madero, pasa por Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán, Iztapalapa y Xochimilco. Sólo uno, se registró en Álvaro Obregón fuera de la mencionada franja.

Con el propósito de mitigar los eventuales desastres sísmicos que sufre la ciudad de México, en 1986 la fundación Javier Barros Sierra auspició la creación del centro de instrumentación y registro sísmico A.C. (CIRES) en el que, con apoyo de la Secretaría de Obras y Servicios del gobierno de la Ciudad de México, se inició en 1990 el desarrollo y la operación del sistema de alerta sísmica (SAS). En 1993 las autoridades del Gobierno del Distrito Federal anunciaron el inicio de este servicio público contando con el apoyo de la asociación de radiodifusores del Valle de México y canales de Televisión 7, 11, 13 y 22 más la televisión Mexiquense y las estaciones de AM y FM del Estado de México.

Determinar la eficiencia de un aviso de alerta es difícil, pero la experiencia demostró que la combinación de programas de información y la práctica de simulacros, así como una señal de alerta emitida oportunamente, pueden ayudar a reducir nuevos desastres sísmicos en la Ciudad de México.

Existen dispositivos electrónicos como *Quake Alarm* que pueden detectar las ondas P, que preceden a las destructivas ondas S, uno de ellos se encuentra ya en funcionamiento para la Ciudad de México y el Valle de Toluca para la *Brecha de Guerrero*. En la capital de Oaxaca, opera el *Sistema de Alerta Sísmica de Oaxaca (SASO)*. El SAS emite avisos en el Valle de México con 60 segundos de anticipación cuando se confirma la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en la costa de Guerrero, dando tiempo suficiente para llevar a cabo medidas que reduzcan la posibilidad de que se genere un desastre considerable. (Servicio Geológico Mexicano, [Sismología de México], 2020)

La parte exterior de la corteza terrestre en contacto con la atmósfera está constituida por una capa más o menos gruesa de material fragmentario no consolidado que se conoce con el nombre de “regolita” y que se apoya en la roca subyacente. El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbiota, una flora y una fauna microbianas que, actuando como un verdadero laboratorio, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo. Los suelos zonales son los formados bajo influencias de carácter general que predominan en una provincia climatológica o zona con un mismo clima. Los suelos intrazonales son los que resultan del predominio de las fuerzas locales sobre las características generales y que se muestran como excepción dentro del panorama general de la provincia climática; generalmente su área de distribución es limitada. Un factor local, por ejemplo, un drenaje insuficiente, puede interferir en el proceso general de intemperización, produciendo suelos muy particulares como los salitrosos en los climas secos y los pantanosos en los húmedos. Los suelos maduros son aquellos que tienen características bien marcadas, desarrolladas por el clima y la vegetación, así como por la influencia del declive y la roca madre. Resultan diferentes a los suelos jóvenes, llamados a zonales, en los que estas características no han tenido el tiempo de desarrollarse y que son consecuencia de la erosión, la sedimentación y la acumulación de los productos de las actividades volcánicas. Encontramos ejemplos de ello en las vegas o zonas inundables, en las dunas móviles, los aluviones recientes y en los suelos llamados litosoles o suelos de rocas, y en general en aquellos formados por materiales geológicos aún no consolidados. Los suelos minerales proceden de la desintegración y descomposición de rocas, a diferencia de los orgánicos, que se han producido por la degradación y acumulación de restos vegetales. Los suelos primarios son los que tienen su origen sobre la roca madre, como los litosoles, pero si fueron arrancados de su sitio y transportados lejos de su lugar de origen para posteriormente ser intemperizados, se conocen como suelos secundarios, y constituyen la mayoría de los que existen sobre la superficie de nuestro planeta. Los suelos coluviales son aquellos cuyo material fue arrastrado por gravedad. Los aluviales o de aluvión, son los que su material fue arrastrado por el agua. Son eólicos si la fuerza del viento los hizo moverse y glaciares cuando el material rocoso fue transportado y depositado por un glaciar.

Procesos Edafológicos:

- ❖ Los agentes climáticos son predominantes como formadores de los suelos, así la correlación del clima, la vegetación y el suelo han permitido conocer parte de los procesos edafológicos y los grandes grupos de suelos a que han dado lugar, así como su correlación con el clima y las condiciones bajo las que se han formado. Se aceptan como fundamentales siete procesos edafológicos, que se describen a continuación:
- ❖ Laterización, es un proceso de intemperización intenso producido bajo un clima con grandes precipitaciones pluviales, temperaturas elevadas y condiciones de fácil drenaje. Este proceso da lugar a los grandes grupos de suelos llamados lateríticos. Los suelos de lateritas son suelos rojos, porosos, ricos en hierro, que se endurecen al orearse. Se piensa que existen en la Planicie costera del Pacífico asociado a vegetación de selvas medianas a altas. Los suelos lateríticos se forman en las áreas tropicales, bajo climas cálidos en los que se alterna la sequía y la humedad. Se desarrollan a partir de rocas básicas, un drenaje fácil, procesos que normalmente requieren de mucho tiempo para desarrollarse. Finalmente, se forman los típicos lateríticos, suelos rojos y los migajones rojos, localizados en regiones húmedas de climas calientes, en la Planicie costera del Golfo en la región veracruzana hacia los Tuxtlas; al norte de la Sierra de Juárez, Oaxaca y en pequeñas áreas de la Planicie costera del Sureste, asociados a vegetación de selvas altas y medianas. Los suelos de color rojo o café rojizo, que están formados por arcillas saturadas incompletamente con óxidos libres, resultado de un proceso de laterización, comprenden suelo calizo café y rojizo de los climas templados y suelos rojos de los trópicos, son conocidos con el nombre de terrarrosa. Estos suelos se derivan de calizas que tienen semejanza con los migajones rojos de los trópicos; la caliza, al intemperizarse, tiene un drenaje fácil y una erosión moderada o ligera. Presenta dos tipos de suelos: negros, café grisáceos o negro grisáceo y los rojos o café rojizo. A los suelos negros calizos y margosos de los climas tropicales se les conoce como rendzinas, comunes en áreas montañosas de Chiapas, en la Sierra Madre Oriental, cerca de Xalapa, en Zongolica y en la Sierra de Juárez en Oaxaca. Están frecuentemente asociados a los bosques caducifolios o bosques mesófilos de montaña. Han sido estudiados en el noreste de Yucatán, asociados a las selvas bajas caducifolias o bosques tropicales caducifolios. También se han encontrado estos tipos de suelos en el sur de Tabasco y Campeche asociados a selvas medianas o a bosques tropicales subperennifolios. Los suelos amarillos lateríticos forman

un grupo mal definido que puede encontrarse en los trópicos y más frecuentemente en los climas semicálidos y templados. Se consideran suelos de transición entre los suelos rojos tropicales y los café forestales y que se asocian con frecuencia a una vegetación de coníferas.

- ❖ Podzolización, es un proceso de lixiviación completa de las sales alcalinas y alcalinotérreas, favorecido por una humedad abundante y fácil drenaje. Los suelos se acidifican, retienen el sílice, pero el humus y los sesquióxidos de hierro y de aluminio son arrastrados, quedando el horizonte superior blanquecino y pobre de otros materiales. También se desarrolla un horizonte inferior de acumulación oscura, rico en humus y sesquióxidos, característico de las regiones bien drenadas de los climas fríos y húmedos. Se asocian con vegetación de coníferas y bosque de encino o mixtos de pino–encino. El proceso de podzolización da lugar a tres grupos de suelos: los suelos café forestales, los podzoles y los suelos de pradera.
- ❖ Calcificación, proceso de lixiviación incompleto, con un horizonte de acumulación de carbonato de calcio en el perfil del suelo. El clima seco o árido bajo el cual se desarrolla no permite que la lluvia pueda arrastrar los carbonatos de calcio hasta debajo del subsuelo. Generalmente se vinculan con vegetación natural de matorral xerófilo y de pastizal. Son suelos de clima con humedad deficiente, donde el suelo no se acidifica y los coloides no se dispersan. La capa superficial u horizonte A es bastante rica en materia orgánica. Se les ha dividido en: suelos negros o chernozem; suelos castaños o chesnut; suelos semidesérticos café grisáceos, también llamados sierozem y suelos desérticos grises y rojos. Las rendzinas son suelos inmaduros cuyo perfil se ha definido por la naturaleza de la roca madre de origen calizo. Dentro de esta denominación se encierra a los suelos calizos grises y blancos de los climas templados y los negros calizos y margosos de los trópicos. La vegetación natural con la que se asocia varía según el clima, incluyendo matorrales xerófilos, bosques de coníferas y encinos y aun selvas o bosques tropicales.
- ❖ Salinización, es la acumulación de sales solubles en el perfil del suelo, tanto cloruros y sulfatos de sodio, de potasio, de calcio, de magnesio y de algunas otras sales. En todo proceso de intemperización estas sales, con un buen drenaje, son eliminadas mediante el escurrimiento subterráneo cuando hay lluvia abundante o por infiltración se concentran en la masa del suelo; si el drenaje es deficiente, las sales solubles formadas en el propio suelo y las transportadas, son parcialmente eliminadas y si el manto freático es, además, poco profundo, el proceso de evaporación se presenta muy intenso en las capas superiores

produciendo la concentración de las sales en las capas superficiales del perfil. La desecación de lagunas o marismas también produce elevadas concentraciones de sales, como la ocurrida en las lagunas de Mayrán y Viesca, en Coahuila, o en el Vaso de Texcoco. La salinización da origen a los suelos salitrosos, también llamados solonchak, que se caracterizan por un exceso de cloruros y sulfato de sodio. Los suelos ensalitrados tienen un perfil uniforme sin horizontes, ni estructuras definidas, debido a la floculación de las arcillas; en la temporada de secas aparecen manchas blanquecinas formadas por las sales concentradas; al llover o regar, las sales concentradas en la superficie se disuelven y son arrastradas temporalmente al subsuelo. La vegetación que sustenta varía de hierbas anuales a perennes halófilas y a pastizales salinos.

- ❖ Solonización, es el proceso de transformación de sales de salitre en carbonato de sodio y, en general, en carbonatos que tienen una reacción alcalina concentrada. En México, se les conoce regionalmente como álcali negro o tequesquite. Este proceso produce los suelos llamados tequesquitosos o solonetz, también llamados suelos alcalinos. La vegetación que sostienen estos suelos son comunidades de halófitas, como los pastizales.
- ❖ Solotización, proceso de degradación del suelo a causa de lixivitaciones reiteradas, que hacen perder el ácido silícico; como resultado de este proceso se forman los suelos alcalinos degradados, éstos se asocian con los suelos salitrosos y los tequesquitosos aún en el mismo lugar. También soportan una vegetación halófila.
- ❖ Gleización, este proceso se caracteriza por la intemperización basada en oxidaciones y reducciones alteradas, con un horizonte coincidente con el nivel del agua del subsuelo; el manto freático es variable y se mantiene cerca de la superficie. El horizonte modificado o gleizado se distingue por su color gris azulado, con grandes manchas y a veces con manchas rojizas como resultado de la presencia de hongos. Este horizonte aparece en el fondo de lagunas y pantanos y es el resultado de la capa turbosa de acumulación de la materia orgánica en el horizonte superior del suelo. Este proceso puede llevarse a cabo en diferentes climas (fríos, templados y calientes), siendo necesaria la presencia de un manto freático alto, de nivel variable, siempre y cuando el drenaje y las aguas no favorezcan el depósito de álcalis. Este proceso da origen a tres grupos de suelos: gleizados, turbosos y de tundra. Son más frecuentes en zonas templadas y frías, a veces por encima de la vegetación arbórea. Las comunidades vegetales que se forman en estos suelos, son comunidades de herbáceas acuáticas tanto de plantas superiores como de musgos.

La FAO y la UNESCO (1970) han propuesto un sistema mundial de clasificación de los suelos. El INEGI ha adoptado esta clasificación para caracterizar los tipos principales de suelos para el territorio nacional, como son:

- ❖ Regosol (del griego Rheros: manto, relativo a la capa de material suelto que cubre la roca). Son suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto, muy semejante a la roca de la cual se originó; dependiendo del tipo de clima sustentan cualquier tipo de vegetación. Muy abundantes en el país, en terrenos montañosos, sobre todo en el norte.
- ❖ Litosol (del griego lithos: piedra y solum: suelo, es decir, suelo de piedra) son suelos muy delgados, con espesores menores a los 10 cm. Descansan sobre un estrato duro y continuo, como roca madre, tepetate o caliche; según el clima soportan selvas bajas o matorrales altos. De amplia distribución en el país, generalmente en topografía plana o levemente ondulada, frecuente en la Península de Yucatán, asociados a rendzinas.
- ❖ Xerosol (del griego xeros: seco, suelo de zona seca o árida). Son suelos áridos que contienen materia orgánica. La capa superficial es clara y debajo de ella puede haber acumulación de minerales arcillosos y/o sales, como carbonatos y sulfatos. Se hallan restringidos a las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, a veces asociado a regosoles. Soportan una vegetación de matorral y pastizal.
- ❖ Yermosol (del español yermo: desértico, desolado). Son suelos de zonas muy secas o desérticas casi sin materia orgánica, semejantes a los xerosoles, de los que difieren sólo en el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial. En algunos sitios sustentan vegetación de matorral o de pastizal y, en algunos casos, vegetación esparcida. Son característicos del Desierto sonorense y la península de Baja California, asociados a regosoles y xerosoles.
- ❖ Cambisol (del latín cambiare: cambiar, suelo que cambia). Son suelos claros, con desarrollo débil, que presentan cambios en su estructura o consistencia debido al intemperismo. Frecuentemente presentan todavía características del material que les dio origen. Dependiendo del clima, pueden sustentar una vegetación de matorral, pastizal, bosque o selva. Se encuentran en cualquier tipo climático, excepto en zonas áridas y semiáridas; en terrenos abruptos, ondulados o planos, en porciones orientales de la Sierra de Chihuahua y Durango, en las partes montañosas del Eje Volcánico Transversal. Se asocian a regosoles o feozem.

- ❖ Vertisol (del latín *verto*: voltear, suelos que se revuelven y auto abonan, ricos en arcillas expandibles). Son muy arcillosos, con grietas anchas y profundas cuando están secos; si están húmedos, son pegajosos, su drenaje es deficiente; en seco son muy duros. Se presentan en casi todos los climas que tienen una marcada estación seca y otra lluviosa, sobre terrenos planos o en depresiones, frecuentes en llanuras costeras del Golfo de México, asociados con los feozem y los solonchaks.
- ❖ Feozem (del griego *phaeo*: pardo y del ruso *zemlja*: tierra, o sea, tierra parda). Son suelos oscuros, de consistencia suave, ricos en materia orgánica y en nutrientes; generalmente el subsuelo presenta acumulación de arcilla. Se les encuentra en las regiones templadas y tropicales, son frecuentes en parte del Eje Volcánico Transversal, asociados con andosoles, cambisoles y vertisoles.
- ❖ Rendzina (nombre polaco que se da a los suelos profundos y pegajosos que se desarrollan sobre calizas). Son suelos oscuros, poco profundos (10 cm a 50 cm) que sobreyace directamente al material carbonatado, por ejemplo, calizas. Se les localiza en cualquier tipo de clima, excepto en zonas frías, generalmente en relieves montañosos como en la Sierra Madre Oriental, asociados a litorales. En la Península de Yucatán son los suelos predominantes en terrenos planos. La vegetación que sustentan varía desde bosques de pino-encino, encinares, bosques mesófilos de montaña hasta selvas bajas y medianas.
- ❖ Luvisol (del latín *luvi*, *luo*: lavar, suelo lavado), son suelos con un contenido de bases que va de mediano a alto. El subsuelo tiene acumulación de arcillas, como resultado del lavado y la formación *in situ*. En zonas tropicales son de color rojizo y cambian a amarillento en las templadas; son muy susceptibles a la erosión. Se les localiza fundamentalmente bajo climas templados y tropicales, sobre terrenos de topografía variada. A veces se les encuentra en zonas semiáridas, abarcando pequeñas áreas. Se hallan ampliamente representados en el Eje Volcánico Transversal, asociados con andosoles, vertisoles, cambisoles y rendzinas. Sobre ellos se desarrolla una vegetación de bosques, selva o pastizal.
- ❖ Acrisol (del latín *acris*: agrio, ácido, suelos ácidos). Muy semejantes a los luvisoles aunque más ácidos en el subsuelo debido a un lavado más intenso y a la rápida formación de minerales arcillosos. Son también muy susceptibles a la erosión. Dependiendo del clima permiten el desarrollo de bosques o de selvas.
- ❖ Andosol (del japonés *en*: oscuro y *do*: tierra. Tierra negra). Son suelos derivados de cenizas volcánicas, con una capa superficial oscura, aunque el subsuelo es más claro; presentan

altos contenidos de alófono (material amorfo), lo cual les permite retener mucho el fósforo. Son también muy susceptibles a la erosión; de amplia distribución en áreas montañosas de origen volcánico. La vegetación que sustentan varía de acuerdo con el tipo climático y puede ser bosque o selva. Bajo clima templado se les localiza en el Eje Volcánico Transversal y en climas tropicales, en la sierra de los Tuxtlas, en Veracruz.

- ❖ Solonchak (del ruso sol: sal, literalmente suelos salinos). Se caracterizan por presentar acumulación de sales solubles en alguna parte del suelo o en todo su espesor, debido a la fuerte evapotranspiración a que están sujetos. Son frecuentes en cuencas endorreicas de zonas áridas o semiáridas, o en los bolsones del centro norte del país. La vegetación que soportan está dominada por asociaciones de halófitas y/o de pastizales halófilos. Son frecuentes también en las llanuras costeras del Golfo de México y del Océano Pacífico.
- ❖ Gleysol (del ruso gley: pantanoso, cenagoso). Son suelos pantanosos, saturados de humedad la mayor parte del año, condición que genera colores azulosos, verde grisáceos o manchados de diferente coloración, con desprendimiento de malos olores. Muy frecuentes en la llanura costera del Golfo Sur, especialmente en Tabasco y el norte de Chiapas. La vegetación que sustentan es de manglar, popal, tular, tasistal y pastizales.
- ❖ Castañosem (del latín castaneo: castaño y del ruso semja: tierra, tierra castaña). Son suelos que presentan una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, con un buen porcentaje de materia orgánica y de nutrimentos. El subsuelo a menudo tiene acumulación de caliche (arena cementada con carbonato de calcio en disolución, y/o yeso). La vegetación que sostiene son pastizales con algunas áreas de matorral. Se localizan en el noreste del país en parte de Nuevo León y Tamaulipas.
- ❖ Planosol (del latín planus: plano, llano). Suelos que se desarrollan en sitios de topografía plana o en depresiones mal drenadas. Presentan un horizonte superficial de color claro o gleysado, sobre un horizonte lentamente permeable, dentro de una profundidad de hasta 125 cm. Se les localiza en el centro del país, en zonas semiáridas y templadas, sobre terrenos planos o levemente ondulados como en gran parte del estado de Aguascalientes. Sobre ellos se desarrollan pastizales climáticos. (La información anterior fue tomada de INEGI 1991).

4.2.7 Características hidrológicas y climatológicas óptimas para la selección de un sitio

En México existe una gran diversidad de climas los cuales se relacionan con las características de las provincias fisiográficas, sin embargo, pueden agruparse principalmente en cuatro tipos, los

tropicales lluviosos, climas secos, templados lluviosos y los climas fríos agrupados en las zonas con mayor elevación del país.

Grupos de climas:

Climas A (tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18 °C), estos se extienden a lo largo de las vertientes de ambos mares. En la costa del Pacífico se distribuyen desde el paralelo 24° norte hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 a 1,000 m. Por el lado del Golfo de México comprende desde el paralelo 23° latitud norte, hacia el sur a lo largo de la Llanura Costera, de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental, y de las montañas del norte de Chiapas. Se encuentran también en la mayor parte de la Península de Yucatán, así como en algunas zonas interiores como la Cuenca del Balsas y la Depresión central de Chiapas, en donde se extiende hasta una altitud de 1,300 msnm.

Grupos de climas B (secos). Debido a la situación de la República Mexicana en la zona de alta presión y aires descendentes y a la orientación general de sus amplias sierras en relación con los mares, existen en nuestro país, especialmente en su porción septentrional, amplias regiones con climas áridos Bw o Bs. Los Bw se localizan en la parte norte de la Altiplanicie mexicana, a altitudes menores a los 1,500 m, así como en parte de la Llanura costera del Pacífico, situada al norte del paralelo 25° norte y en las zonas costeras de la Península de Baja California, exceptuando el noroeste, en donde el clima es BS. Los climas BS se encuentran bordeando a los BW, en la parte norte de la Altiplanicie, así como en los declives de la Sierra Madre Occidental, que se elevan de la Llanura Costera del Pacífico al norte del paralelo 23° norte, y en la porción central y noroeste de la península de Baja California. Se extienden también en las zonas interiores del centro y sur del país, que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie, en las partes más bajas de la cuenca del Balsas, y las cuencas más altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Papaloapan y Tehuantepec.

Climas C (templados lluviosos, con temperatura media del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y la del mes más caliente mayor de 10 °C). Existen en México, amplias zonas con clima C que se localizan en las zonas montañosas o llanuras de altitud superior a 800-1,000 msnm, en lugares en donde la temperatura media de un mes desciende, por lo menos, por debajo de 18 °C. Los límites entre estos climas y los climas A, B o E, dependen de la altitud, de la latitud y de la exposición a los vientos húmedos. En aquellas zonas que se encuentran directamente expuestas a la influencia de vientos

húmedos, la transición es de climas calientes húmedos A, a climas C; en cambio, en las zonas menos expuestas a dichos vientos, la transición es de climas secos B a climas C.

Climas E (fríos, con temperaturas medias del mes más caliente menores a 10 °C). Estos climas se encuentran reducidos a las partes más altas del Eje Volcánico, en donde la temperatura media del mes más caliente, debido al aumento en altitud, desciende por debajo de 10 °C.

El Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH), forma parte de una política pública cuyo objetivo es la reducción del riesgo por inundación y protección a los asentamientos humanos vulnerables ante eventos hidrometeorológicos.

Se basa en directivas nacionales e internacionales respecto a la gestión de inundaciones, como son: el programa de Reducción de Riesgos por Desastre (Disaster Risk Reduction) de la ONU, Programa Asociado para el manejo de crecientes (Associated Programme on Flood Management) de la OMM y los requerimientos mínimos para la elaboración de atlas de riesgo del CENAPRED. (Comisión Nacional del Agua, [PRONACCH], s.f.)

Uno de los ejes sobre los cuales se desarrolla el PRONACCH, es la determinación de territorio inundable a nivel nacional.

Actualmente CONAGUA ha generado un atlas de inundación para 104 ciudades medias del país, el cual se desarrolla conforme a los *Lineamientos para la Elaboración de mapas de Peligro por Inundación (2014)*, mismos que forman parte del Acuerdo por el que se emite la guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos.

Los atlas de inundación realizados por la CONAGUA, se encuentran publicados en la plataforma del Atlas Nacional de Riesgo (ANR) del CENAPRED. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, [Sistema nacional de información sobre riesgos], s.f.)

4.2.8 Características sociales, políticas y económicas

Aristóteles fue un filósofo griego nacido en 384 a. C y es uno de los padres de la filosofía occidental, él define a la ética como una reflexión sobre el comportamiento humano, intentando depurar qué nos puede ayudar a ser más felices por hacernos mejores y más legítimos, de modo que plantea que la ética no proviene del aspecto cultural, sino del mismo comportamiento humano en la búsqueda de la prosperidad, preponderando la felicidad en la rectitud. (Blanco, 2020)

Usando la premisa Aristotélica y buscando el desarrollo sostenible en el que se busca el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y sociales, es posible llevar a cabo en cualquier índole de la ingeniería priorizando estos aspectos. Dando como resultado no solo el beneficio presente de los principales involucrados o inversores sino la prosperidad y búsqueda del bienestar general de la humanidad a futuro.

Esto comprende la aplicación de múltiples aspectos como el desarrollo de política pública que regule actividades industriales, el seguimiento de estas o la misma ética empresarial que procure el bien de la comunidad en la que se generará el proyecto.

Por ello la aplicación de la conciencia social es la capacidad que tenemos los seres humanos para percibir, reconocer y comprender los problemas y las necesidades que tienen las personas de nuestra comunidad, entidad, grupo social o tribu, nos permite establecer un proyecto minimizando los impactos en el entorno. Cabe aclarar que cualquier proyecto que se realice dará como resultado un impacto conformado por múltiples factores tanto positivos como negativos, entre los que se podrían encontrar la generación de trabajos, oportunidades de crecimiento social, económico o cultural, incremento en el índice de desarrollo humano, afectaciones al medio ambiente, desplazamientos de población, etc. (UNHCR ACNUR, 2016)

Por ello en el planteamiento y desarrollo de cualquier proyecto es prioritario realizar un análisis de los posibles impactos que se generarán o puedan llegar a presentarse. Durante este planteamiento la generación de información permite a los encargados del proyecto sustentar la toma de decisiones y a su vez compartir información con la comunidad y conocer su opinión, además de que aclara preocupaciones e incluso mejora múltiples características del proyecto, como pudieran ser adaptaciones a los horarios operativos, vías de acceso, acceso a recursos y necesidades o requerimientos de productos de la población.

La aplicación de la ética en el desarrollo sostenible permite la aplicación de la equidad social integrando en un proyecto objetivos como los planteados por el Banco Mundial, los cuales contemplan erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la educación primaria universal, promover la igualdad entre géneros y la autonomía de la mujer, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud materna, combatir múltiples enfermedades, garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y fomentar una asociación mundial para el desarrollo. Esto va de la mano con el impulso de la eficiencia y la viabilidad de un proyecto, que al mismo tiempo implica el consumo responsable

de los recursos como lo es la implementación de la economía circular extendiendo el ciclo de vida de dicho proyecto.

Por lo que la ingeniería puede fungir como un pilar de construcción social si se cimienta en la ética y se busca el equilibrio de los aspectos ambientales, económicos y sociales, anteriormente mencionados.

En lo que respecta a un proyecto como un CIREC el cual de por sí es una herramienta para integrar residuos a la economía circular por medio del aprovechamiento de materiales que de otro modo terminarían impactando negativamente al medio ambiente tanto por su disposición final como por la sobreexplotación de recursos de forma innecesaria. Es indispensable conocer la opinión de la comunidad, e informar sobre las actividades que se realizarán, evitando malos entendidos y recopilando información sobre cuáles son las necesidades o inquietudes sobre el proyecto. Esto a su vez permite modelar a futuro cuáles son los posibles productos que pueden ser desarrollados y sirve como herramienta de difusión para los pequeños y micro generadores de residuos de la construcción promoviendo la cultura de la economía circular. La información generada no solo debe producirse e intercambiarse a inicios del proyecto sino que debe ir evolucionando permitiendo un desarrollo orgánico en el entorno. (Banco Mundial, [Objetivos de desarrollo del milenio], 2022)

Aplicando el desarrollo sostenible de CIREC este no solo debe aplicar la normatividad local para evitar sanciones económicas, más bien debe participar activamente con las autoridades en el desarrollo de política pública y metodologías que permitan la implementación de prácticas sustentables y la promoción de la economía circular en la zona. (Velásquez, 2015)

4.2.9 Estudios de mercado

Cuando se desea evaluar un proyecto existen múltiples parámetros de factibilidad, entre estos se encuentran condiciones técnicas, financieras, institucionales, administrativas, socioeconómicas y de mercado. Cada una de las condiciones de factibilidad es importante, sin embargo, pueden presentarse todas, pero si no existe un mercado consolidado el proyecto tiende al fracaso. (Núñez, 1997)

La mercadotecnia es un proceso social que involucra técnicas de comunicación con la finalidad de que los demandantes o consumidores suplan sus necesidades o deseos a través de la creación de bienes, servicios, ideas y valores. Esto se logra mediante la interacción de la oferta y la demanda.

El proceso de la generación de la demanda ocurre mediante la investigación que busca identificar necesidades en la población con el fin de orientar y canalizar sus deseos mediante la estimulación a través de sistemas como la publicidad.

El estudio de mercado presenta múltiples etapas que comprenden la identificación del producto, servicio, idea o valores. Durante la identificación se define qué es lo que se quiere ofrecer, describiendo meticulosamente sus características técnicas, usos, función, componentes, complementos, productos similares o sustitutos y nombre o nombres.

Una vez que se tiene definido lo que se pretende publicitar es necesario conocer el mercado, por ende, se requiere delimitar el área de alcance ya sea un producto o servicio físico o virtual como puede ser una asesoría, por lo que va estrechamente ligado con la definición e identificación de lo que se pretende ofrecer. Dentro de esta delimitación del área de alcance es necesario definir el tipo de población a la que va orientado el proyecto caracterizando el nivel de ingresos, edades y preferencias. (Carrera, 2018)

Dentro de la delimitación del área se tienen que conocer las condiciones de comercialización identificando posibles distribuidores, consumidores, intermediarios, limitaciones de distribución, competencia y promoción.

Tras la delimitación del área y las condiciones de comercialización es necesario conocer la demanda considerando el comportamiento histórico del producto en el mercado, la demanda actual, el pronóstico de la demanda futura junto con la proyección generada por análisis de modelos matemáticos y encuestas. Lo que se relaciona con la oferta la cual también debe ser analizada históricamente junto a la oferta actual y el pronóstico de la oferta futura.

Conociendo cuál es el comportamiento de la oferta y la demanda es necesario estar al tanto del balance que existe entre la oferta y la demanda lo cual nos aporta información sobre la tendencia y posible demanda futura. (Arteaga, 2016)

El siguiente paso en el estudio de mercado es fijar el precio de la oferta, para ello se deben conocer los precios de los competidores nacionales e internacionales, precios fijados por las autoridades, precios de productos similares y precios regionales. (Gómez, 2017)

Lo que seguiría es el análisis de comercialización estudiando cuales son las operaciones y necesidades para conectar los productos con el consumidor. Para dicho análisis se requiere conocer

cuáles serían los canales de distribución y sus requisitos como equipo de transporte o embalaje, prácticas de comercialización como transacciones y esquemas de comercialización. (Martínez, 2002)

Desde la definición del producto hasta la comercialización deben contemplarse cuales serían los servicios complementarios como instrucciones, servicio al cliente tras la venta o durante la adquisición y de ser necesaria la capacitación para el uso o aplicación del producto.

Al aplicar un estudio de mercado en el desarrollo de un CIREC en una ciudad es necesario realizar una adaptación de los productos y servicios generados ya que al tratarse de técnicas relativamente nuevas, no contar con una amplia difusión de estas tecnologías y no tener una gama de productos desarrollados con los RCD distribuyéndolos actualmente en el mercado, es necesario realizar el estudio comparando los productos con materiales convencionales aunque estos no cuenten con el valor agregado de la disminución de impacto ambiental. Además, es necesario contemplar que en un CIREC siempre existirán múltiples servicios complementarios como programas de difusión, educación, capacitación y apoyo en los planes de manejo de residuos de manejo especial, por lo que es de vital importancia la aplicación de la mercadotecnia en un proyecto de esta índole.

4.2.10 Vías de acceso

Las vías de comunicación son un aspecto clave para la construcción de un CIREC debido a que los costos de transporte pueden llegar a ser más elevados que los costos de los mismos productos generados haciendo poco viable un proyecto de esta índole.

No solo los costos de transporte pueden llegar a evitar el adecuado funcionamiento de un CIREC, también es importante considerar la facilidad de acceso de maquinaria pesada, por lo que debe considerarse un ancho de vía suficientemente amplio para el acceso de transporte con cargas pesadas.

Los tiempos de traslado son un factor importante en la toma de decisión de la selección de un sitio debido a que en una ciudad con una demografía concentrada como lo es la Ciudad de México, con 9 209 944 de habitantes en el año 2020 según datos del INEGI, puede llegar a impedir el traslado de grandes volúmenes de materiales tanto de entrada como de salida.

Para analizar cuáles son las principales rutas de acceso a un predio seleccionado es posible emplear herramientas como Sistemas de Información Geográfica o SIG que permiten estudiar por medio de barridos satelitales y diferentes filtros espectrales la densidad poblacional mediante el uso de premisas lógicas, sin embargo, existen algunos problemas a los que se puede enfrentar esta

metodología como lo es la alimentación de datos, el tiempo que tienen dichos datos y la fecha en que se realizaron los últimos barridos satelitales los cuales pueden ser más recientes si se tiene acceso a bases de datos pagados, estos requieren de múltiples procesos de filtrado ya que la Ciudad de México es una de las más densamente pobladas del mundo y las características geográficas en las que se ubica producen errores que deben ser corregidos mediante algoritmos. Una vez se alimenta al SIG es posible analizar mediante estudios de rutas críticas las cuales deben ser corroboradas en campo una vez seleccionadas.

Hoy en día existen herramientas como *Google Earth*, la cual es una especie de SIG basado en la nube que se alimenta continuamente de datos en tiempo real. Esta herramienta es usada prácticamente en todo el mundo por instituciones, empresas, organizaciones, universidades y científicos para distintos estudios de teledetección, construcción de bases de datos científicas, políticas, demográficas, gestión de recursos, etc.

Google Earth Engine combina más de 40 años de imágenes de satélite del planeta, tanto históricas como actuales, junto con las herramientas y la potencia computacional necesaria para analizar y extraer información de este enorme almacén de datos que junto con el proyecto *Timelapse* cubre a nivel mundial la transformación que ha sufrido la Tierra durante 32 años.

Google Maps es una herramienta de búsqueda que complementa a *Google Earth* la cual permite geolocalizar un punto concreto, calcular rutas, encontrar los lugares de interés más cercanos o ver la apariencia de un lugar a pie de calle a través de *Google Street View*. Se creó en 2005, inicialmente para Internet Explorer y Mozilla Firefox en PC. Hoy en día con el avance de la tecnología móvil está adaptado a la mayoría de los dispositivos móviles incluyendo sistemas de navegación vehicular. (Armetrics, s.f.)

Esto permite obtener información en tiempo real de las múltiples rutas de acceso rápido y tiempos estimados de viaje calculando la velocidad permitida en las calles y la congestión vehicular. *Google Maps* no solo se alimenta de la información en tiempo real de los millones de dispositivos conectados, sino que corrobora y actualiza información constantemente mediante flotillas de vehículos que recorren distintas rutas capturando información e imágenes de planta de las vialidades registradas, incluyendo recorridos rurales turísticos y zonas de acceso a pie. Dando como resultado una herramienta muy poderosa en la aplicación de todo tipo de proyectos de ingeniería. (INEGI, [Número de habitantes], s.f.)

4.2.11 Análisis de prevención de riesgos y protección civil

Cuando se desea desarrollar un proyecto que involucre tanto a la sociedad como a inversiones privadas o públicas lo más importante es no poner en riesgo a los trabajadores involucrados ni a terceros, además de salvaguardar la inversión. Por ende, conocer los riesgos que puedan presentarse y que estén ajenos al factor humano es indispensable, ya que, aunque los fenómenos naturales no sean controlados por la especie humana si es responsabilidad de los encargados del proyecto prever riesgos y tratar de aminorar los impactos negativos.

Para ello, en México existen instituciones como el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el cual fue creado tras el sismo del 19 de septiembre de 1985 que sorprendió a la Ciudad de México.

El CENAPRED se encarga de la elaboración de atlas de riesgos que comprenden fenómenos perturbadores geológicos, hidrometeorológicos, químicos, tecnológicos, sanitario-ecológicos o socio-organizativos. Para ello se basa en la ley general de protección civil que tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta ley, en los términos y condiciones que la misma establece.

La Ley General de Protección civil promueve y gestiona la prevención de riesgos mediante el conocimiento del origen y naturaleza de estos, la identificación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como sus posibles escenarios, el análisis y evaluación de los posibles efectos, la revisión de controles para la mitigación del impacto, acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos, fomenta el desarrollo de una mayor comprensión y concientización de los riesgos, y el fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad.

El Sistema Nacional es un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos, normas, instancias, principios, instrumentos, políticas, procedimientos, servicios y acciones, que establecen corresponsablemente las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, de los organismos constitucionales autónomos, de las entidades federativas, de los municipios y las delegaciones, a fin de efectuar acciones coordinadas, en materia de protección civil. (Ley General de Protección Civil, 2014)

El Sistema Nacional se encuentra integrado por todas las dependencias y entidades de la administración pública federal, por los sistemas de protección civil de las entidades federativas, sus municipios y las delegaciones; por los grupos voluntarios, vecinales y organizaciones de la sociedad civil, los cuerpos de bomberos, así como por los representantes de los sectores privado y social, los medios de comunicación y los centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico.

Los integrantes del Sistema Nacional deberán compartir con la autoridad competente que solicite y justifique su utilidad, la información de carácter técnico, ya sea impresa, electrónica o en tiempo real relativa a los sistemas y/o redes de alerta, detección, monitoreo, pronóstico y medición de riesgos.

El objetivo general del Sistema Nacional es el de proteger a la persona y a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano o largo plazo, provocada por fenómenos naturales o antropogénicos, a través de la gestión integral de riesgos y el fomento de la capacidad de adaptación, auxilio y restablecimiento en la población.

En lo que respecta a la construcción de un Centro Integral de Residuos Sólidos la Ley General de Protección Civil en el artículo 84 indica que se consideran como delito grave la construcción, edificación, realización de obras de infraestructura y los asentamientos humanos que se lleven a cabo en una zona determinada sin elaborar un análisis de riesgos y, en su caso, definir las medidas para su reducción, tomando en consideración la normatividad aplicable, los atlas municipales, estatales y el nacional. Por lo que es responsabilidad de los encargados de proyecto tomar las medidas correspondientes, respetando el artículo 81, que indica que es obligación informar a las autoridades competentes.

El Gobierno Federal basándose en el artículo 83 de la Ley General de Protección Civil promueve las bases para la creación del Atlas Nacional de Riesgos el cual se publicó en el Diario Oficial de la Federación, Tomo DCCLIX No. 15 en la Ciudad de México el miércoles 21 de diciembre de 2016, dicho atlas integra fenómenos geológicos, meteorológicos, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos.

4.3 Propuesta operativa

El desarrollo de un proyecto que permita la inclusión de un material que está considerado como un desecho en un mercado agregándole valor y evitando daños al medio ambiente, evita la sobre

explotación de recursos, genera nuevos empleos y permite la incorporación de estos residuos a la economía circular. Sin embargo, esto debe de realizarse de manera estructurada y estandarizada cuidando en todo momento el estricto apego a la ley y normatividades tanto locales como nacionales.

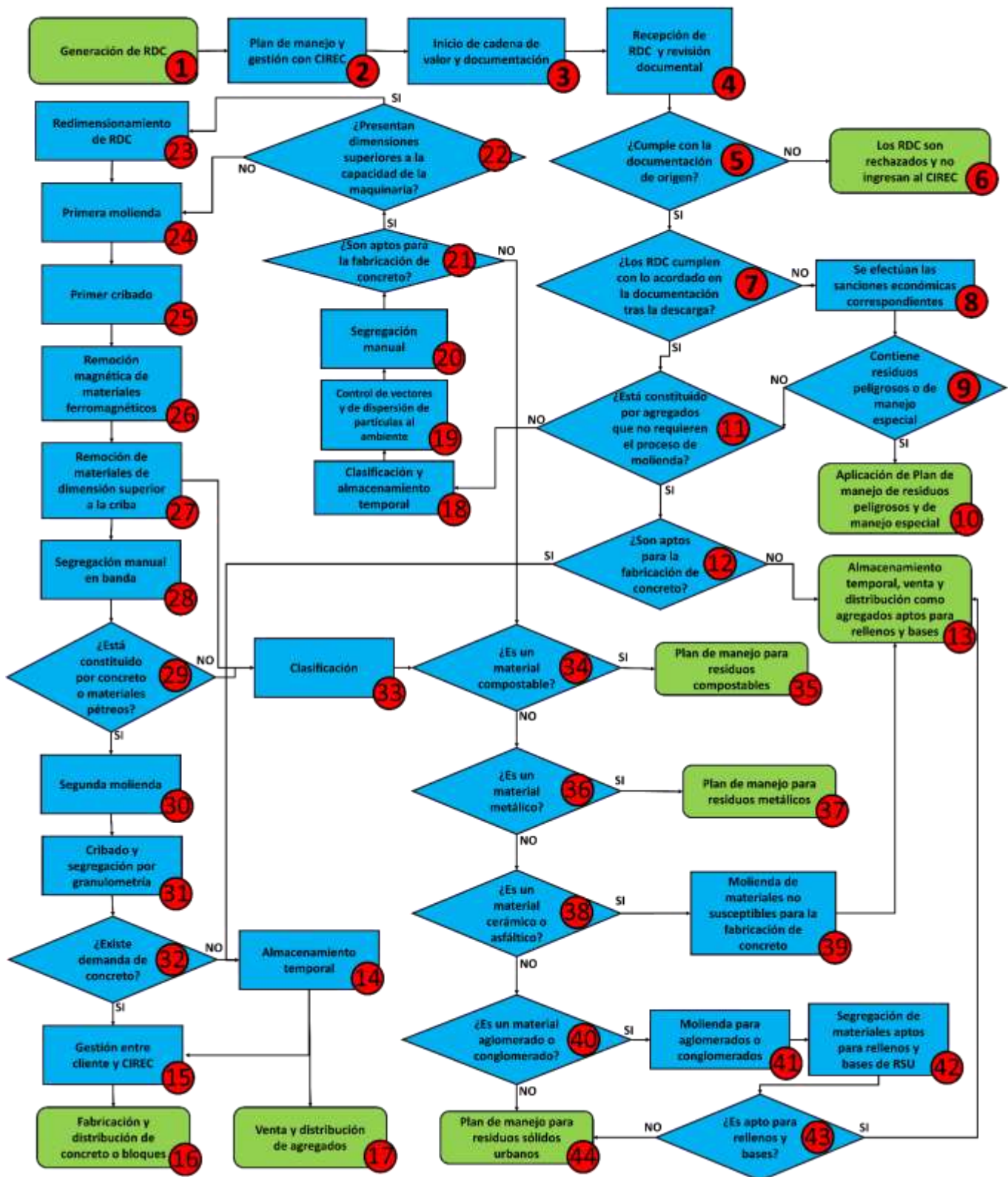
4.3.1 Diagrama de flujo

La ejecución de un algoritmo de procesos permite implementar acciones de manera ordenada y funge como guía durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, este debe ir evolucionando conforme se estandarizan los procesos en cada planta y la implementación de nuevas tecnologías o productos pueden agilizar y optimizar ciertas acciones.

Lo más importante durante la planeación de la ejecución de procesos en un CIREC es permitir que estos puedan realizarse de manera orgánica evitando problemas operativos. Por ello el desarrollo de un diagrama de flujo de procesos debe de ir de la mano de metodologías de optimización.

Tabla 3: Diagrama de flujo operativo

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERATIVO



Fuente: Elaboración propia

1.- Generación de RDC.

Proceso que puede darse de manera planeada y coordinada o por diferentes fenómenos antropogénicos o naturales que den fin a la vida útil de una edificación

2.- Plan de manejo y gestión con CIREC.

En caso de que el proceso de generación pueda darse de manera planeada, lo ideal es comenzar una gestión y coordinación con el CIREC y de ser necesario la intervención de este, con la finalidad de optimizar la recuperación de los residuos y la reincorporación de los materiales a la economía circular de la manera más orgánica y efectiva posible.

3.- Inicio de cadena de valor y documentación.

La cadena de valor inicia con la documentación de los residuos, proceso que permite agilizar el almacenamiento de los residuos en planta.

4.- Recepción de RDC y revisión documental.

La recepción y revisión documental ayuda a monitorear la generación de los residuos y de ser necesario efectuar sanciones contra los generadores por incumplimiento en el manejo e ingreso de los residuos.

5.- ¿Cumple con la documentación de origen?

Revisión del cumplimiento documental.

6.- Los RDC son rechazados y no ingresan al CIREC.

En caso de que los residuos no cumplan con lo requerido para el ingreso en planta estos son rechazados.

7.- ¿Los RDC cumplen con lo acordado en la documentación tras la descarga?

Una vez que los residuos son descargados se monitorea que cumplan con lo acordado con el generador.

8.- Se efectúan las sanciones económicas correspondientes.

En caso de no cumplir con lo acordado durante la gestión se sanciona al generador.

9.- Contiene residuos peligrosos o de manejo especial.

Se verifica que no estén presentes de residuos peligrosos durante la descarga y almacenamiento de estos.

10.- Aplicación de Plan de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial.

En caso de que existan residuos con esta naturaleza se pone en marcha el plan de manejo de estos residuos en planta de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.

11.- ¿Está constituido por agregados que no requieren el proceso de molienda?

Pueden llegar a presentarse residuos que se encuentren en estado de agregados o no requieran de procesamiento.

12.- ¿Son aptos para la fabricación de concreto?

Si los residuos no requieren de procesamiento se analiza si son aptos para la fabricación de concreto.

13.- Almacenamiento temporal, venta y distribución como agregados aptos para rellenos y bases.

Aquellos materiales que no requieran de procesamiento por su granulometría se llevan a almacenamiento temporal, para su venta y distribución.

14.- Almacenamiento temporal.

Almacenamiento de agregados aptos para fabricación de concreto y bloques.

15.- Gestión entre cliente y CIREC.

Gestión con los clientes para la venta de productos.

16.- Fabricación y distribución de concreto o bloques.

Fabricación de diversos productos con los agregados procesados.

17.- Venta y distribución de agregados.

18.- Clasificación y almacenamiento temporal.

Clasificación de los residuos que entran a la planta y almacenamiento acorde a la composición de estos.

19.- Control de vectores y de dispersión de partículas al ambiente.

Control de vectores como roedores e insectos, así como partículas PM que se dispersen a la atmósfera.

20.- Segregación manual.

Segregación manual en el área de almacenamiento de los residuos.

21.- ¿Son aptos para la fabricación de concreto?

Análisis de viabilidad de los residuos para la fabricación de concreto.

22.- ¿Presentan dimensiones superiores a la capacidad de la maquinaria?

Análisis de dimensiones para el procesamiento de los residuos en el molino.

23.- Redimensionamiento de RDC.

Para aquellos residuos que sobrepasen la capacidad de la tolva y el molino es necesario realizar una reducción de tamaño.

24.- Primera molienda.

Molienda primaria mediante molinos de martillos.

25.- Primer cribado.

Cribado para la segregación manual.

26.- Remoción magnética de materiales ferromagnéticos.

Captura de materiales ferromagnéticos mediante electroimanes.

27.- Remoción de materiales de dimensión superior a la criba.

Los materiales que no puedan pasar a través de la criba como ramas o tubos no ferromagnéticos deben ser removidos manualmente de la criba.

28.- Segregación manual en banda.

La segregación en la banda permite una selección minuciosa de los materiales aptos para concreto obteniendo agregados de alta calidad.

29.- ¿Está constituido por concreto o materiales pétreos?

La segregación para la fabricación de agregados aptos para el concreto consiste en la discriminación por concreto o materiales pétreos.

30.- Segunda molienda.

La segunda molienda permite generar materiales finos para obtener agregados de distintas granulometrías.

31.- Cribado y segregación por granulometría.

El cribado permite seleccionar la dimensión de los agregados para diferentes procesos constructivos.

32.- ¿Existe demanda de concreto?

En caso de que exista demanda de concreto se procede a utilizar los agregados almacenados.

33.- Clasificación.

Clasificación de materiales no aptos para la fabricación de concreto.

34.- ¿Es un material compostable?

Pueden presentarse materiales compostables como residuos de poda, ramas, fragmentos de madera o alimentos.

35.- Plan de manejo para residuos compostables.

En caso de que se presenten residuos compostables se procede a realizar el plan de manejo correspondiente a estos residuos dentro del CIREC.

36.- ¿Es un material metálico?

Pueden presentarse materiales metálicos como hierro, cobre, estaño, aluminio, acero, bronce, etc.

37.- Plan de manejo para residuos metálicos.

Los residuos metálicos obtenidos de la segregación pueden representar ingresos importantes para el CIREC por lo que debe contemplarse un adecuado plan de manejo y segregación de estos.

38.- ¿Es un material cerámico o asfáltico?

Los materiales asfálticos pueden emplearse como materiales para rellenos y bases o en caso de que se encuentren en buen estado aprovecharse para volverlos a utilizar en el encarpado asfáltico.

39.- Molienda de materiales no susceptibles para la fabricación de concreto.

Los materiales que no sean aptos para la fabricación de concreto también requieren de molienda para la fabricación de agregados para rellenos y bases por lo que de acuerdo a la configuración de la planta puede existir una sección enfocada únicamente para este tipo de materiales o intercambiar los tiempos de procesado de otros materiales aplicando procesamiento por lotes o batch.

40.- ¿Es un material aglomerado o conglomerado?

Esto puede incluir materiales como tabla roca o similares.

41.- Molienda para aglomerados o conglomerados.

La molienda de este tipo de materiales debe realizarse por separado debido a la naturaleza de estos materiales que por lo general incluyen altos contenidos de celulosa por lo que pueden ser procesados por molinos de cuchillas.

42.- Segregación de materiales aptos para rellenos y bases de RSU.

La selección de estos residuos permite a los clientes obtener una gama precisa de las aplicaciones de los materiales generados en la planta.

43.- ¿Es apto para rellenos y bases?

Selección de materiales que pueden ser empleados en rellenos y bases, pero no en la fabricación de concretos.

44.- Plan de manejo para residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos que no tienen aplicación en la industria de la construcción deben ser sometidos a un adecuado plan de manejo que permita segregarlos adecuadamente con la finalidad de obtener ingresos tras la venta de estos.

El inicio de todo proceso de transformación inicia con la materia prima la cual sienta la base para el desarrollo de este, en este caso la materia prima y las características de los procesos están definidos por las características de los residuos, ya sea que provengan de una demolición, una construcción o

una remodelación, estos van a determinar el flujo de procesos que se involucrarán en el tratamiento. Por ello la generación de estos va de la mano con el inicio del reciclaje de los residuos.

Ya sea que se trate de un panorama en el cual los residuos están por ser generados como lo sería la construcción de un edificio, o la posibilidad de un escenario en el que la generación de residuos se dé por un evento de generación extraordinaria como pudiera ser un terremoto, es necesario presentar un plan de manejo de los RCD, para ello los responsables de la remoción de los residuos pueden ponerse en contacto con el CIREC para que este pueda apoyarlos en el proceso de gestión integral y documentación necesaria. Para ello dependiendo del tipo de gestión, el CIREC puede efectuar un cargo monetario por el proceso de gestión dependiendo del tipo de expertos involucrados en la gestión. Entre los expertos involucrados en el proceso pueden incluirse ingenieros en topografía para la estimación del volumen de generación, ingenieros civiles para el asesoramiento de maniobras y logística requerida, ingenieros ambientales para la gestión de los residuos, generación de propuestas de aplicación de los residuos en la misma obra y expertos en derecho enfocados en el área para la gestión burocrática y asesoramiento de permisos requeridos para la operación.

La aplicación de los planes de manejo será verificada por una unidad de inspección, de forma complementaria a los requisitos establecidos en el marco jurídico aplicable en la formulación de los planes de manejo de RCD de los pequeños y grandes generadores deberán desarrollar una introducción en la que se describa el giro del generador, información del generador financiera, representante legal, teléfono, correo electrónico y domicilio para oír y recibir notificaciones en la Ciudad de México, descripción del proyecto a realizar y en su caso, deberá incluir la información tanto del contratista encargado de la construcción como de la persona encargada de la elaboración del plan de manejo, glosario de términos, objetivos y antecedentes. En caso de haber identificado generación y manejo de residuos peligrosos durante el proceso de construcción o que se presuma existan en la construcción previo a la intervención, se deberán enlistar e incluir una descripción breve de los residuos y manejo realizados.

En caso de que el generador cuente con un plan de manejo de los residuos con la autorización de competencia local sujeto a la Licencia Ambiental Única para la Ciudad de México, este puede ponerse en contacto con el CIREC para conocer cuáles son los documentos necesarios para la recepción de los residuos en la planta. Dentro de estos documentos debe acreditarse la aprobación del plan de manejo por las autoridades correspondientes, la adecuada clasificación de los residuos

que van a ingresar, comprobar que el transporte cuenta con las características necesarias para desplazar los residuos como el Registro y Autorización de Establecimientos Mercantiles, de servicios y/o unidades de transporte relacionados con el manejo integral de residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial de competencia local que operen y transiten en la CDMX (RAMIR) y una adecuada cubierta para evitar la dispersión de partículas, especificar el volumen por descarga de vehículo e identificar adecuadamente la identidad del conductor de la unidad de transporte.

Una vez iniciada la documentación con el CIREC comienza la cadena de valor y la aplicación del protocolo de recepción de los residuos en la planta, la revisión física del vehículo de transporte y el cotejo de los datos. En caso de que la documentación no corresponda a la acordada, los residuos son rechazados pudiendo llegar a aplicarse sanciones económicas.

Tras la recepción de los residuos previamente clasificados como lo indica NACDMX-007-RNAT-2019, se procede a realizar la descarga en las áreas destinadas al almacenamiento temporal de estos y se efectúa una inspección física. En caso de que los residuos no cumplan con lo acordado tras la descarga el CIREC aplicará sanciones económicas

Lo más importante al realizar la inspección es la búsqueda de residuos peligrosos, debido a que estos pueden poner en riesgo la salud de los trabajadores dentro de la planta o incluso de personas externas al CIREC. Por ello es prioridad y en caso de que estos se lleguen a presentar se debe aplicar un plan de manejo para residuos peligrosos. Dicho plan debe ser basado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. La norma cataloga como residuos peligrosos a los que presentan condiciones de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad o biológico infecciosos.

Mediante el plan de manejo es posible minimizar la generación de los residuos y maximizar la valorización de los que se generan, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. De acuerdo con SEMARNAT están obligados a presentar dicho plan los grandes generadores de residuos peligrosos (mayor o igual a 10 Ton/año), generadores de residuos de la industria minero-metalúrgica (peligrosos y no peligrosos), productores, importadores, exportadores, distribuidores y/o comerciantes de los residuos listados en el artículo 31 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), fracciones I a la XI, todos los generadores que incorporen condiciones particulares de manejo en el plan; una vez registradas, tendrán efectos de autorización

y autoridades municipales que registren planes de manejo de residuos peligrosos. Por lo que los CIREC tienen que tener dicho plan de manejo por la naturaleza de las actividades presentes en la planta.

El plan de manejo que debe registrarse ante la SEMARNAT debe cumplir con toda la documentación especificada en la página del gobierno, además de contener información general del proyecto, actividades específicas realizadas dentro de las instalaciones para reducir la generación de cada uno de los residuos, descripción específica de los residuos de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, actividades a realizar para cumplir con los objetivos de minimización, valorización y eficiencia.

Cuando los residuos son ingresados a la planta se puede dar el caso de que estos se presenten como agregados, debido a que son sobrantes de material o que el proceso de generación dio como resultado residuos que no requieren de un proceso de redimensionamiento de las partículas. En el caso de que estos sean aptos para la fabricación de concreto se mandan al área de almacenamiento de áridos o agregados, mientras que en el caso de aquellos que no cumplan con las características necesarias para poder ser aplicados en la fabricación de concreto se envían al área de materiales para rellenos y bases.

Aquellos residuos que sí requieren del proceso de molienda o redimensionamiento de las partículas deben ser llevados a un área de almacenamiento específica de acuerdo a su composición dividiéndolos en concretos simples o armados, residuos mezclados constituidos por morteros, concretos, mampostería, tabiques y cerámicos, además de un almacén de fresado y carpeta asfáltica, así como un área de almacenamiento de arcillas y arenas.

Durante el almacenamiento temporal de los residuos que no debe superar los 3 meses según la normatividad, estos deben recibir un control para evitar la dispersión de partículas a la atmósfera y la generación de vectores como roedores, insectos, aves, etc. Para ello se deben analizar las características climáticas de la zona, la fauna local y los ciclos reproductivos de los posibles vectores con la finalidad de realizar un plan de acción ante la aparición de algunos de estos.

Algunas de las principales acciones que deben realizarse es el riego continuo de los residuos almacenados con aguas tratadas y la mezcla continua de los materiales con la finalidad de evitar zonas en las que la fauna local pueda anidar. El uso de sustancias tóxicas debe aplicarse como última alternativa ante el descontrol de algún vector evitando daños colaterales a la fauna local, priorizando buenas prácticas en las áreas de almacenamiento.

A la par del control de vectores mediante el mezclado de materiales en las zonas de almacenamiento se puede realizar una segregación manual de los residuos buscando materiales como plásticos, vidrio, madera, papel, cartón, etc.

Aquellos materiales que no son aptos para la fabricación de concreto se deben clasificar según el proceso correspondiente para su aprovechamiento o disposición final segregándolos si son compostables, aplicando el correspondiente plan de manejo, metálicos aplicando un plan de manejo que comprenda la adecuada clasificación para el beneficio económico tras la venta de estos, si son materiales cerámicos o asfálticos en los que se requiere un proceso de molienda y almacenamiento para su posterior aplicación en bases y rellenos, materiales aglomerados o conglomerados en los que se requiere una molienda especial y una discriminación específica con martillos o cuchillas de diferente dimensión a la de los materiales compuestos por concretos con la finalidad de rasgar las fibras de materiales como la tabla roca, posteriormente se dividen en aptos para rellenos o bases y residuos sólidos urbanos a los cuales se les aplica el correspondiente plan de manejo de residuos sólidos urbanos.

Para aquellos residuos que entren en la categoría de residuos sólidos urbanos de la fracción no compostable se debe aplicar un plan de manejo que priorice una economía circular, para ello se pueden dividir en materiales reciclables como plásticos o residuos papeleros que estén en buen estado y no reciclables como llantas, fibras de aglomerados y conglomerados, etc. Los cuales pueden ser sometidos a algún proceso de cogeneración de energía ya sea dentro de la planta o gestionar acuerdos con empresas productoras de concretos para su aprovechamiento.

Cuando ingresen a la planta residuos que presenten una dimensión superior a la capacidad operativa de los equipos de molienda es necesario redimensionarlos manualmente ya sea con el apoyo de martillos hidráulicos manuales o montados en maquinaria pesada.

Cuando los residuos cumplen con los requisitos para la producción de concreto se procede a realizar la primera molienda con el uso de molinos de martillos los cuales fracturan los bloques por impacto en partículas que pueden ser cribadas preferentemente en cribas rotatorias por las características de los materiales, su resistencia y dimensión de las partículas. Durante este se remueven principalmente materiales metálicos y algunas ramas que no fueron retiradas durante la segregación manual previa.

Tras el cribado se trasladan los residuos a una banda donde pueden ser apartados manualmente por múltiples operarios permitiendo el flujo de materiales aptos para la fabricación de concreto y separando aquellos que se dirigen a la clasificación anteriormente mencionada de materiales no aptos para la fabricación de concreto.

Una vez que los materiales han sido correctamente seleccionados, los residuos son llevados a un segundo proceso de molienda donde son cribados por camas vibratorias y catalogados según las granulometrías deseadas.

Los agregados generados son catalogados y almacenados, en caso de que exista demanda pueden salir a la venta.

4.3.2 Balance de materia de residuos en centros de RCD

Usando los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía o INEGI del área del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas o DENUE es posible conocer cuáles son las principales características socioeconómicas y demográficas de zonas específicas del país permitiendo ahorrar tiempo en el procesado de datos de sistemas de información geográfica o GIS. En el caso de que se quiera desarrollar un proyecto de esta índole en zonas donde no exista este tipo de datos geoestadísticos o en su caso no estén actualizados será necesario la aplicación del uso de barridos satelitales recientes y filtrado de estos para conocer la densidad poblacional y características de las construcciones, obteniendo de este modo un panorama general de los materiales de construcción más comunes. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [DENUE], 2022)

Aunque se aplique el procesado por sistemas de información geográfica es necesario corroborar la autenticidad de estos valores debido al ruido producido en ciudades densamente pobladas como lo es la Ciudad de México, resultando más certera la información gubernamental de instituciones públicas como el INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [ENVI], 2020)

Como se observa en la tabla anterior usando los datos proporcionados por el INEGI se puede efectuar un filtrado de información para conocer las características específicas de cada zona de la ciudad, en este caso se seleccionan las alcaldías de la zona sur delimitadas por Milpa Alta, Tláhuac, Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco. Dentro de este filtrado se selecciona la superficie, población total, población en hogares censales, población en hogares familiares, población en hogares no familiares, hogares censados, viviendas particulares habitadas, porcentaje de viviendas con piso de tierra, viviendas alojadas en edificios, viviendas con techos precarios y viviendas con paredes precarias. Usando los datos anteriores es posible darse una idea de las características específicas de las viviendas que componen a las 5 alcaldías mencionadas, para lograr generar un aproximado de materiales que posiblemente ingresen al CIREC.

Cabe aclarar que esto no toma en cuenta que actualmente la mayoría de los residuos que ingresan a las plantas de la CDMX son producto de obras públicas, esto puede deberse a la falta de información en la sociedad, a construcciones informales o a falta de cultura de la economía circular. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020)

Tabla 5: Análisis de indicadores INEGI

Indicador	Unidad de medida
Número total de personas	2301551 Personas en la sección sur
Error	0.49644783 Porcentaje
Viviendas censadas	656983 Numero de viviendas
Viviendas en edificios	120108 Numero de viviendas
Viviendas con techo precario	15624.41 Numero de viviendas
Viviendas con paredes precarias	4374.234304 Numero de viviendas
Viviendas con piso de tierra	11086.81388 Numero de viviendas

Fuente: Elaboración propia

Los datos proporcionados por el INEGI indican que actualmente en esta porción de la ciudad existen 656983 viviendas con una población de 2301551 lo que significa que hay una relación aproximada de 3.5 habitantes por vivienda, lo cual teóricamente es adecuado, sin embargo, existe un rezago de vivienda generado por precariedad de las mismas, considerando que el 2.3% de las viviendas tienen techos precarios, el 0.6% tiene paredes precarias y el 1.6% piso de tierra, aunado a esto, los valores no contemplan las remodelaciones, o la necesidad de mejoramiento de las viviendas que teóricamente presentan adecuados materiales de construcción.

Tabla 6: Análisis de viviendas ENVI 2020

ENCUESTA NACIONAL DE VIVIENDA (ENVI) 2020	
Materiales de construcción	
Paredes de tabique, ladrillo, block, cantera o cemento	92.40%
Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla	78.40%
Piso con cemento o firme, madera u otro recubrimiento	97.70%
Dimensiones	
Área de terreno	
Menor o igual a 90m	25.70%
91m a 160m	30.20%
161m y 300m	23.70%
Mayor a 300m	17.00%
Área de construcción	
Menor o igual a 55m ²	28.10%
56m ² a 100m ²	41.30%
101m ² a 150m ²	15.60%
Mas de 150m ²	15.10%
Porcentaje de variación en CDMX	35.30%
Tasa de crecimiento	21.10%

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los datos proporcionados por el ENVI, durante el 2020 los materiales para construcción están conformados principalmente por bloques o ladrillos, cantera, cemento, losas de concreto con viguetas o bovedilla y madera. Las áreas de construcción tienen una dimensión menor o igual a 55 m² para el 28.1% de las viviendas, 56 m² a 100 m² para el 41.3%, 101 m² a 150 m² para el 15.6% y de más de 150 m² para el 15.1%.

Tabla 7: Recopilación de datos Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda

Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda	
Construcción promedio anual de viviendas en la CDMX	8000
Construcción mínima requerida de viviendas	25000
Volumen de construcción ideal de viviendas	75000

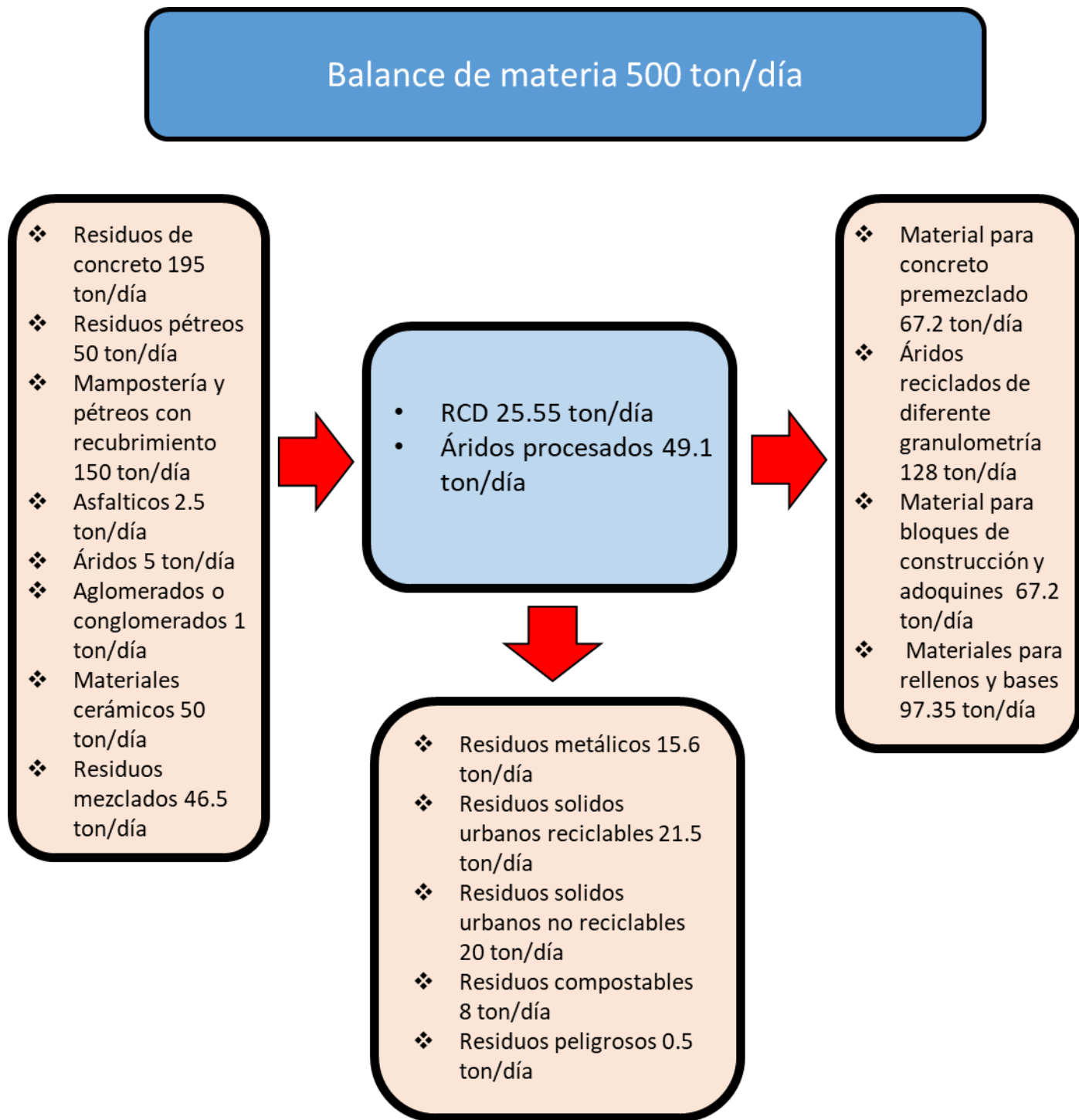
Fuente: Elaboración propia

La Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y promoción de la Vivienda indica que en promedio en la CDMX se construyen al año 8000 viviendas y considerando las necesidades demográficas y socioeconómicas de la población se requiere un mínimo de 25000 viviendas y un promedio ideal de

75000 viviendas para cubrir las necesidades habitacionales de la ciudad. (Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda [CANADEVI], 2015)

Empleando el análisis anterior en el cual se colectó información de las bases de datos mencionadas y se calcularon los porcentajes de generación de acuerdo con las dimensiones de terreno promedio, materiales de vivienda (composición y características de piso, techo y paredes), número de habitantes por vivienda, tasa de natalidad, tasa de mortalidad, edad promedio, proyecciones de dinámicas demográficas y tasas de generación promedio, estimando el balance de materia para la entrada de residuos a un CIREC que opere con 500 ton/día.

Tabla 8: Balance de materia 500 ton/día



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de balance de materia se estimó una entrada de 500 ton/día, la composición de los residuos de entrada se obtuvo de la extrapolación de valores promedio de composición de residuos y las bases de datos anteriormente mencionadas, dando una composición de 195 ton/día de residuos de concreto, 50 ton/día de residuos pétreos, 150 ton/día de mampostería y pétreos con recubrimiento, 2.5 ton/día de asfálticos, 5 ton/día de áridos, 1 ton/día de aglomerados y conglomerados, 50 ton/día de materiales cerámicos y 46.5 ton/día de residuos mezclados.

Para el análisis de volumen de materiales en operaciones por día se compararon las capacidades técnicas de los equipos cotizados, capacidades de almacenamiento promedio de la planta y composición promedio de los residuos dando como resultado 25.55 ton/día de RCD y 49.1 ton/día de áridos procesados.

Los residuos resultantes del procesamiento de los RCD fueron calculados de acuerdo a las proporciones de producción de residuos, naturaleza de los materiales de entrada (considerando materiales compuestos, proporción promedio de metales, plásticos y vidrio en viviendas), generación promedio de número de personas trabajando en la planta, etc. Dando como resultado 15.6 ton/día de residuos metálicos, 21.5 ton/día de residuos sólidos urbanos reciclables, 20 ton/día de residuos sólidos urbanos no reciclables, 8 ton/día de residuos compostables y 0.5 ton/día de residuos peligrosos.

Para los productos de salida de la planta se realizó una propuesta de productos y se calculó el tiempo promedio de producción de concreto, el volumen promedio de cada camión revolvedora, los tiempos mínimos y máximos operativos de cada equipo, el área de almacenamiento destinada a cada producto, demanda promedio actual en el mercado y naturaleza de los materiales producidos durante el procesamiento primario de los RCD. Dando como resultado una proporción de productos de 67.2 ton/día de material para concreto premezclado, 128 ton/día de áridos reciclados de diferente granulometría, 27.2 ton día de materiales para la producción de bloques y adoquines y 97.35 ton/día de materiales para rellenos y bases.

4.3.3 Equipo básico especificaciones y costos

La estimación de costos es un proceso predictivo que permite cuantificar, calcular y fijar el precio de los recursos requeridos en diferentes ámbitos, ayudando a conocer cuáles son los alcances y limitaciones económicas en un proyecto, además de que permite estudiar su viabilidad, evaluar

posibles alternativas, generar un presupuesto y establecer bases para control y programación de costos y gastos.

Existen estándares y regulaciones internacionales para la estimación de costos como las realizados por la AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering International) o la Asociación para el Avance de la Ingeniería de Costos Internacional, que es una asociación profesional sin fines de lucro, que provee a sus miembros los principios y conceptos de Gestión e Ingeniería de Costos en todo el ciclo de vida de cualquier empresa.

La presentación de cada proyecto requiere de diferentes perspectivas de análisis, por lo que la AACE recomienda una división de 5 clases de estimación de costos según su nivel de madurez, ya sea con el propósito de establecer una planeación estratégica de proyectos de capital en el largo plazo, estudios iniciales de viabilidad, análisis de alternativas, una planeación estratégica detallada, estudios de factibilidad, aprobación preliminar de presupuesto, una autorización de presupuesto, un control de presupuesto detallado o un control de presupuesto detallado y definitivo, revisión de estimaciones vs terminación, según sea el caso.

La precisión de la siguiente clasificación depende de la cantidad de información disponible, de la calidad de las herramientas de estimación, experiencia del estimador, recursos disponibles como bases de datos, riesgos del proyecto y tiempo para su desarrollo.

Tabla 9: Nivel de madurez de estimación de costos

Característica primaria		Característica	
	Nivel de madurez de la definición de los entregables del proyecto	Uso final	Metodología
Clase del estimado	Nivel de definición	Propósito	Método típico de la estimación
Clase 5	0% a 2%	Planeación estratégica de proyectos de capital en el largo plazo, estudios iniciales de viabilidad, análisis de alternativas.	Modelos de orden de magnitud basado en proyectos similares, índices y curvas costo/capacidad, modelos paramétricos, etc.
Clase 4	1% a 15%	Planeación estratégica detallada, estudios de factibilidad, aprobación preliminar de presupuesto.	Modelos que utilizan índices o curvas para costear equipos principales y modelos paramétricos.
Clase 3	10% a 40%	Autorización de presupuesto.	Costos unitarios semidetallados por línea de producción, uso de índices para componentes menores.
Clase 2	30% a 75%	Control de presupuesto detallado.	Costos unitarios conocidos y detallados basados en el diseño de la ingeniería.
Clase 1	65% a 100%	Control de presupuesto detallado y definitivo, revisión de estimaciones vs terminación.	Costos unitarios detallados y estimados por contratistas (cotizaciones), basados en la terminación de planos y especificaciones.

Fuente: AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering International) 2022.

La metodología para efectuar la estimación de costos depende su clase, usando modelos de orden de magnitud basado en proyectos similares, índices y curvas costo/capacidad, modelos paramétricos, etc., modelos que utilizan índices o curvas para costear equipos principales y modelos paramétricos, costos unitarios semidetallados por línea de producción, uso de índices para componentes menores, costos unitarios conocidos y detallados basados en el diseño de la ingeniería o costos unitarios detallados y estimados por contratistas (cotizaciones), basados en la terminación de planos y especificaciones.

Tabla 10: Nivel de precisión

	Industria de procesos (%)	Industria de procesamiento de minerales y minería (%)	Industria de la construcción (%)	Industria hidroeléctrica IAC (EPC) (%)	Industria del petróleo (%)
	18R-97	47R-11	56R-08	69R-12	87R-14
		Rango	típico	+/-	
Clase 5	I: -20 a -50 S: +30 a -100	I: -20 a -50 S: +30 a +100	I: -20 a -30 S: +30 a +50	I: -20 a -50 S: +30 a +100	I: -20 a -50 S: +30 a +100
Clase 4	I: -15 a -30 S: +20 a +50	I: -15 a -30 S: +20 a +50	I: -10 a -20 S: +20 a +30	I: -15 a -30 S: +20 a +50	I: -15 a -30 S: +20 a +50
Clase 3	I: -10 a -20 S: +10 a +30	I: -10 a -20 S: +10 a +30	I: -5 a -15 S: +10 a +20	I: -10 a -20 S: +10 a +30	I: -10 a -20 S: +10 a +30
Clase 2	I: -5 a -15 S: +5 a +20	I: -5 a -15 S: +5 a +20	I: -5 a -10 S: +5 a +15	I: -5 a -15 S: +5 a +20	I: -5 a -15 S: +5 a +20
Clase 1	I: -3 a -10 S: +3 a +15	I: -3 a -10 S: +3 a +15	I: -3 a -5 S: +3 a +10	I: -3 a -10 S: +3 a +15	I: -3 a -10 S: +3 a +15

Fuente: AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering International) 2022.

Según lo recomendado por la AACE International, para este proyecto se realizó una estimación de costos de Clase 3 mediante la cual es posible conocer: el alcance del proyecto, capacidad de producción, ubicación de la planta, plan integral del proyecto y estrategias de escalamiento.

4.3.3.1 Cotización de equipos

Se realizó la cotización de los equipos mínimos necesarios para la apertura de un CIREC obteniendo un estimado total de \$13,000,000 de pesos mexicanos, datos que se pueden consultar a detalle en los anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33.

4.3.4 Dimensiones de área de proyecto

La estimación de las dimensiones del terreno en el cual se efectuará el proyecto es indispensable para poder realizar una adecuada búsqueda y selección de sitio. Para ello es necesario conocer el volumen de materiales que entrarán a la planta, así como las dimensiones de la maquinaria empleada para las operaciones básicas, las dimensiones de los edificios y estructuras correspondientes a cada área, respetando los anchos de vía necesarios para el tránsito y desplazamiento de materiales para evitar complicaciones.

En un proyecto como un CIREC se requiere de diferentes áreas básicas que operan en conjunto y una adecuada clasificación de estas permite realizar una continua optimización de procesos, por ello durante la planeación, dichas áreas deben estar correctamente asignadas en los planos.

Las áreas pueden clasificarse como:

-Área de almacenamiento de RCD: Dicha área debe estar destinada específicamente al almacenamiento de residuos que ingresan al CIREC y puede subdividirse según sus características y nivel de clasificación durante la generación de estos.

Considerando un CIREC que opere con 500 Ton/día y se genere un sobrante del 5.11% al día, de acuerdo al balance de materia establecido anteriormente se tendría un total de 5099 Ton en 6 meses, por lo que considerando un peso volumétrico de 1.7 Ton/m³ se tendría un volumen de 3000 m³. Tomando en cuenta pilas de 6 metros de altura con pendientes de 35° se tendría un área mínima de 537.18 metros cuadrados, sin embargo, debe analizarse que los materiales llegarán muy variados y no todos serán procesados al mismo tiempo por lo que a lo largo del tiempo la demanda de algunos materiales puede variar cambiando las necesidades de almacenamiento de algunos tipos de residuos específicos por lo que idealmente se debería tener mínimo 5 sub-clasificaciones distintas lo que permite jugar con la composición de los residuos y genera una demanda de área mínima de 2686 metros cuadrados.

-Recepción de residuos y materias primas: Tomando en cuenta que un camión promedio mide 2.3 metros de ancho y que una vía promedio debe medir 3.5 veces el ancho máximo de un vehículo que va a circular por ese camino, lo ideal es que tanto las entradas como salidas y rutas de transporte de materiales dentro de la planta tengan como mínimo un ancho de vía de 8 metros.

-Salida: Al igual que el ancho de vía de circulación dentro del CIREC tanto las entradas como las salidas deben tener preferentemente 8 metros.

-Oficinas y laboratorio: Las dimensiones de las oficinas y laboratorio son subjetivas debido a que estas dependen del diseño constructivo y arquitectónico con la finalidad de optimizar el área operativa del terreno. Y considerando que en esta área deben ubicarse zonas de control de procesos, salas de juntas y zona de ventas, un área apropiada para la construcción de este edificio puede iniciar desde los 1000 metros cuadrados.

-Cadena de procesamiento: Dadas las características de la maquinaria y equipo empleado además del desplazamiento de material que se requiere el área mínima preferente para esta zona debe ser aproximadamente de 2500 metros cuadrados.

-Área de clasificación y almacenamiento de residuos: En esta área pueden llegar a acumularse grandes volúmenes de materiales, además de que es necesario cumplir con la normatividad de separación, almacenamiento y clasificación. Al operar de manera adecuada puede llegar a generar grandes ingresos económicos a la planta. Por ello un sitio adecuado podría ser de 1500 metros cuadrados.

-Área de fabricación de concreto: En esta área se trasladan grandes volúmenes de materiales además de que ingresan vehículos con revolvedoras por lo que la zona ideal para la fabricación del concreto puede iniciar a partir de los 1500 metros cuadrados.

-Área de fabricación de bloques: La maquinaria y los equipos de traslados de material así como el almacenamiento de bloques requieren de una mayor área operativa por lo que puede asignarse un área mínima de 2500 metros cuadrados

-Área de mantenimiento de maquinaria: Las dimensiones de almacenamiento y mantenimiento dependen de la flota de vehículos aunque puede iniciar a partir de los 1500 metros cuadrados.

-Almacén de productos: Los almacenes de productos presentan una gran demanda de área debido a que si se opera de manera adecuada es posible obtener productos de mayor calidad, evitar dispersión de materiales y optimizar la salida de productos tras la venta de estos. Por esta razón es posible asignar un área a partir de los 5000 metros cuadrados.

Al analizar las dimensiones mínimas operativas para la construcción de un CIREC con una capacidad operativa de 500 Ton/día se puede estimar que pueden iniciar a partir de los 24639.75 metros cuadrados o 25000 metros cuadrados, considerando las áreas mínimas requeridas y un ancho de vía adecuado para el tránsito de maquinaria pesada dentro de la planta.

4.3.5 Costo de Terreno

Cuando se realiza la evaluación del costo de un terreno se involucran diferentes factores, en la Ciudad de México dicha evaluación se realiza contemplando el valor catastral del terreno, clasificando el uso de suelo y ordenamiento ecológico dentro de la ciudad, servicios públicos con los que cuenta, así como oferta y demanda de las propiedades próximas al terreno. (BBVA, 2022)

El valor catastral de una propiedad, es el costo que asigna el gobierno a una propiedad para establecer bases de datos y poder efectuar una correcta recaudación de impuestos. Cuando el gobierno realiza una evaluación catastral contempla la antigüedad y condiciones habitables del inmueble (en caso de contar una construcción), localización, extensión y valor de suelo, además del uso actual del inmueble. (Grupo Leaf, 2022)

Los datos generados por el gobierno son publicados por cada entidad o localidad, en la Ciudad de México el valor catastral está definido por el Código Fiscal de la CDMX y es publicado para consulta pública en la Secretaría de Administración y Finanzas del Gobierno de la CDMX. (Secretaría de Administración y Finanzas, 2022)

Aunado a esto el gobierno de la ciudad creó la herramienta del Sistema de Información Geográfica de la CDMX y Sistema de Información Estadística y Geográfica de la CDMX donde es posible utilizar el SIG para conocer diversos datos sobre aspectos socioeconómicos, ordenamientos ecológicos, demográficos y valores catastrales entre otros. Cabe aclarar que en el SIG desarrollado por la CDMX no se encuentran todos los valores catastrales de la CDMX por lo que es posible complementar la información con el Sistema Abierto de Información Geográfica de la CDMX, en donde se pueden encontrar datos de la mayoría de las propiedades registradas catastralmente. (SIG, 2022)

Cuando se desea realizar una aproximación del costo de un terreno como lo es el caso de la construcción de un CIREC en la zona sur de la CDMX, se puede realizar una evaluación de costos de terrenos a través de diversas plataformas de venta de inmuebles, así como realizar visitas de campo en busca de propiedades y una vez seleccionada una zona anteponiendo los criterios técnicos, de reducción de impacto y legales, se puede proceder a solicitar en colegios de valuadores y notarios públicos que estén certificados por la Sociedad Hipotecaria Federal la evaluación catastral oficial del terreno para poder realizar una justa negociación del predio del proyecto.

Usando plataformas para la venta de inmuebles se puede obtener un panorama del costo de terreno por metro cuadrado en la zona sur de la CDMX.

Venta Terreno Plano a pie de carretera en Xochimilco, \$18, 400,000, 23000m2

<https://www.vivanuncios.com.mx/a-venta-terrenos-habitacionales/xochimilco/venta-terreno-plano-a-pie-de-carretera-en-xochimilco/1003852525010911196678909>

Lote de Terreno en Venta 5 De Mayo #130 , Milpa Alta, Ciudad De México (cdmx), Terreno en Venta en San Bartolome Xicomulco, 22,550,000 MX\$, 10,245.98 m2

https://www.icasas.mx/venta/lotes-de-terrenos-ciudad-mexico-milpa-alta/terreno-venta-san-bartolome-xicomulco_5783429

Oportunidad Descuento del 40% Sobre El Valor Comerc, Tlahuac, \$50,000,000, 34,278 m2

<https://www.inmuebles24.com/propiedades/tlahuac.-oportunidad-descuento-del-40-sobre-el-valor-62475262.html>

Lote de Terreno en venta San Pablo Oztotepec, Milpa Alta, 33,000,000 MX\$, 19,070.52 m2

https://www.icasas.mx/venta/lotes-de-terrenos/terreno-venta-xochimilco_2328145

Terreno Ejidal De 3 Hectareas En Mipalta, \$ 45,000,000, 32,400 m²

<https://www.segundamano.mx/anuncios/ciudad-de-mexico/milpa-alta/venta-inmuebles/terreno-ejidal-de-3-hectareas-en-mipalta-938902250?nav=true>

Terreno En Venta En Chiconcuac, Morelos, \$36,900,000, 25,000 m2

https://terreno.mercadolibre.com.mx/MLM-1605079479-terreno-en-venta-en-chiconcuac-morelos-_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=b7be5ede-f445-4f69-aae7-7c7989c11cfa

Utilizando la media de los costos de terrenos en plataformas tecnológicas en la CDMX se puede obtener una media de precios en la sección sur de la ciudad dando como resultado un promedio de \$1,509 MXN por metro cuadrado. Considerando que para la construcción de un CIREC con capacidad de 500 ton/día se requeriría un área mínima de 25000 metros cuadrados, el costo del terreno sin impuestos tendría un valor aproximado de \$37, 000,000.00 de pesos MXN. (Vivanuncios, 2022)

El Impuesto Sobre Adquisición de Inmuebles basado en el artículo 115 Constitucional fracción IV, en donde se indica que los municipios administrarán libremente su hacienda, la cual se formará de los

rendimientos de los bienes que les pertenezcan, así como de las contribuciones y otros ingresos que las legislaturas establezcan a su favor, y en todo caso:

a) Percibirán las contribuciones, incluyendo tasas adicionales, que establezcan los Estados sobre la propiedad inmobiliaria, de su fraccionamiento, división, consolidación, traslación y mejora así como las que tengan por base el cambio de valor de los inmuebles. Los municipios podrán celebrar convenios con el Estado para que éste se haga cargo de algunas de las funciones relacionadas con la administración de esas contribuciones.

b) Las participaciones federales, que serán cubiertas por la Federación a los Municipios con arreglo a las bases, montos y plazos que anualmente se determinen por las Legislaturas de los Estados.

c) Los ingresos derivados de la prestación de servicios públicos a su cargo.

Las leyes federales no limitarán la facultad de los Estados para establecer las contribuciones a que se refieren los incisos a) y c), ni concederán exenciones en relación con las mismas. Las leyes estatales no establecerán exenciones o subsidios en favor de persona o institución alguna. Sólo estarán exentos los bienes de dominio público de la Federación, de las entidades federativas o los Municipios, salvo que tales bienes sean utilizados por entidades paraestatales o por particulares, bajo cualquier título, para fines administrativos o propósitos distintos a los de su objeto público. (Código Fiscal, 2019)

Cada entidad cuenta con sus propias tasas de cobro de ISAI, siendo la CDMX la que presenta los impuestos más elevados. Tomando en cuenta el Código Fiscal de la CDMX y considerando que el valor excede 27,185 veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización o UMA lo que equivale a \$2, 615,740.7 pesos MXN al año 2022 y suponiendo un valor de ISAI del 4.5% el valor total del terreno oscilaría entre los \$38, 665,000.00 pesos MXN al año 2022. (Cáceres, 2021)

4.4 Análisis financiero

4.4.1 Salarios

Analizando los salarios promedio en puestos similares a través de plataformas tecnológicas de búsqueda de empleo es posible cuantificar los costos totales en cuanto a pagos de personal.

Tabla 11: Valores de salarios

Área	Personas	Salario por persona MXN	Total MXN
Entrada y vigilancia	2	8000	16000
Salida	1	8000	8000
Enfermería	1	12000	12000
Contador	1	12000	12000
Recepcionistas	2	8000	16000
Ventas y Marketing	5	12000	60000
Ingeniero supervisor técnico	2	18000	36000
Ingeniero de proyecto	1	18000	18000
Secretarias	5	8000	40000
Recursos humanos	1	12000	12000
Almacén de residuos y limpieza manual	5	8000	40000
Intendencia y limpieza	2	8000	16000
Redimensionamiento de residuos y traslado en planta	4	9000	36000
Segregación manual en banda	5	8000	40000
Mantenimiento de equipos	4	12000	48000
Operador de retroexcavadora	1	9000	9000
Transportistas de productos	5	8000	40000
Ingenieros de laboratorio	2	12000	24000
Ingenieros de planta	2	12000	24000
Clasificadores de residuos	2	8000	16000
Encargado de seguridad operativa	1	12000	12000

Fabricantes de bloques	2	8000	16000
Fabricación de concreto	2	8000	16000
Almacenamiento	2	8000	16000
TOTAL	60		583000

Fuente: Elaboración propia

El total al mes sería de \$583,000

A los tres meses necesitaríamos \$1, 749,000

El análisis de costos requiere de un complejo estudio de diversos factores entre los que se encuentran la variación del precio de materiales, impuestos locales, costo de mano de obra, renta de maquinaria, etc. El desarrollo de presupuestos es un proceso de análisis financiero a lo largo del tiempo que emplea parámetros de referencia en obras similares aplicando ingeniería de costos y de múltiples herramientas financieras como software de contabilidad, rastreadores de gastos, herramientas de presupuesto, gestores de nómina, sistemas de facturación, inventarios, planificación estratégica, etc. (Wise, 2022)

Con la finalidad de realizar un aproximación de costos por metro cuadrado de construcción se puede recurrir a bases de datos actualizadas como las elaboradas por la Cámara Mexicana de la Industria de Construcción y el Centro Nacional de Ingeniería de Costos que elaboran parámetros de referencia financiera para la elaboración de presupuestos, a través de la recopilación de información actualizada de múltiples obras de asociados al CMIC. El acceso a dicha información requiere que la constructora encargada esté afiliada al CMIC y realizando el pago por el acceso a dicha información. (CMIC, 2023)

Para realizar una aproximación de los costos de mano de obra el Instituto Mexicano del Seguro Social publica actualizaciones en el Diario Oficial de la Federación sobre los costos de mano de obra en diversas construcciones, lo que permite generar un presupuesto aproximado en este aspecto. Para realizar una estimación de costos es posible consultar cotizaciones realizadas por empresas constructoras o plataformas tecnológicas como Habitissimo, empresa fundada en 2009 con presencia en España, Brasil, Italia, Portugal, Argentina, Chile, México y Colombia, dicha empresa se encarga de conectar oferta y demanda en el sector de obras, reformas y servicios para el hogar y empresas.

A los usuarios particulares les ofrece la posibilidad de publicar gratuitamente una solicitud de presupuesto para que hasta cuatro profesionales de su zona les puedan contactar. Mientras que a los profesionales de reformas les ayuda a conseguir contactos a los que presentar presupuestos para realizar trabajos de obras, reformas o servicios del hogar. Además de contar con más de 270,000 profesionales registrados y ya ha publicado más de un millón de presupuestos online para reformas y servicios de hogar. (Habitissimo, 2022)

Mediante el uso de esta plataforma digital y la tabla de cotizaciones de mano de obra por metro cuadrado el Instituto Mexicano del Seguro Social se puede establecer un presupuesto aproximado del costo de construcción de las principales áreas del CIREC. (CMIC, 2022)

Tabla 12: Costos de construcción

Clasificación	Área de construcción	Precio MXN mano de obra al 1° de febrero de 2022	Precio unitario por metro MXN	Precio total MXN
Área de almacenamiento de RCD	2,686 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	\$15, 645,950 MXN
Oficinas y laboratorio	1,000 m ²	\$1016 MXN	\$11,200 m2 MXN	\$12, 216,000 MXN
Área de clasificación y almacenamiento de residuos	1,500 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	\$8, 737,500 MXN
Área de fabricación de bloques	2,500 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	\$14, 562,500 MXN
Área de mantenimiento de maquinaria	1,500 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	\$8, 737,500 MXN
Almacén de productos	5,000 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	\$29, 125,000 MXN

Bardeado perimetral	632 m	\$471 MXN	\$1560 MXN m lineal	\$1, 283,592 MXN
---------------------	-------	-----------	------------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia.

Realizando un análisis total de costos en la fecha del lunes 24 de octubre del 2022 y usando bases de datos gubernamentales y privadas para el análisis de costos de infraestructura se obtiene que la inversión inicial de construcción sería de: \$90, 308,042

Cabe aclarar que en este análisis no están consideradas las variaciones de costos que puedan surgir durante la instalación del CIREC, así como los valores generados por la Cámara Mexicana de la Industria de Construcción y el Centro Nacional de Ingeniería de Costos.

4.4.2 Análisis de flujo de efectivo

Para hacer un análisis financiero debemos estimar el flujo de efectivo de los próximos cinco años, para lo cual estimamos las entradas y salidas de efectivo.

Tabla 13: Flujo de efectivo

	Flujo de efectivo	
Entradas		Salidas
Bloques		Mantenimiento de equipos
67.2 Ton/día de agregados		Mantenimiento 5% \$650,000 al año
8 camiones/día		Total: \$55,166 al mes
11760 kg/día de concreto		
7.2 kg peso por bloque		
\$12 por bloque		
Total: \$131,600 día		

Concreto premezclado		Insumos para concreto
67.2 Ton/día de agregados		350 kg de cemento por metro cúbico al día
8 camiones/día		220 L de agua por metro cúbico al día
\$1,600 metro cúbico		23520 kg de cemento al mes: \$94,080
Densidad: 2400 kg/metro cúbico		29568 L de agua: \$5,304.4 al mes
Total: \$142,841.9 al día		400 L de diésel al día: \$288,000 al mes
		Total al mes: \$387,384.4
Áridos reciclados		Energía eléctrica
128 Ton/día		6666.6 Kwh
\$400 el metro cúbico		Tomando en cuenta que el promedio de Kwh es de \$1.53 \$10,199 al día
Densidad: 1700kg/metro cúbico		Total: \$305,996.94 al mes
Total: \$30,000 al día		
Asesorías y desarrollo de planes de manejo		Disposición de residuos peligrosos
\$35,000 por semana		0.5 Ton/día
		Total: \$9,000 al mes
Venta de materiales reciclables		Agua uso general
15.6 Ton/día de metálicos. Desde \$10 a \$150 por Kg		\$5000 al mes

21.5 Ton/día reciclables: \$2 por kg		
Total: \$175,000 a 200,000		
Venta de materiales para generación de energía		Telecomunicaciones
20 Ton/día		\$3200 al mes
\$0.5 por kg		Con 200 mb
\$10,000		
Recepción de RCD		Residuos compostables
500 Ton/día		8 Ton/día
\$200 por Ton		\$6,000 al mes de gastos operativos
\$100,000 al día		
		Salarios
		\$583,000 mensuales
	Total:	
\$558,941.9 al día		\$45,158.24 al día
	Anual	
\$204, 013,793.50		\$16, 482,759.3
Total de flujo de efectivo del primer año funcionando al 100% sin tomar en cuenta la inversión inicial.		\$187, 531,034.19

		Inversión inicial
		Costo de terreno: \$38, 665,000
		Costo de equipo: \$13, 000,000
		Salario de tres meses: \$1, 749,000
		Infraestructura: \$90, 308,042
		Total: \$143, 722,042
Considerando la inversión inicial, el total de flujo de efectivo de la planta funcionando al 100% sería de:		\$331, 253,076.19

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una estimación del crecimiento del CIREC de la siguiente forma:

Tabla 14: Estimación de crecimiento

Años	Flujo de efectivo
Primer año, se espera que la planta funcione al 50%	\$93, 765,517
Segundo año, se espera que la planta funcione al 70%	\$131, 271,723.93
Tercer año, se espera que la planta funcione al 100%	\$187, 531,034.19
Cuarto año, se espera que la planta funcione al 140%, es decir, que ya se encuentre otra planta en proceso de construcción y pruebas. Considerando que la inversión inicial para el 2026 más la inflación sería de: \$182, 560,801.93	\$79, 982,645.94
Quinto año, se espera que la planta funcione al 190%, es decir, que la segunda planta ya se encuentre a punto de iniciar operaciones.	\$356, 308,964.96

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el flujo de efectivo se propuso que durante el primer año de inicio de operaciones y adaptación la planta opere al 50% de su capacidad, el segundo año al 70% y el tercero al 100% de su capacidad logrando el flujo de efectivo máximo para un CIREC.

Se propone que a partir del cuarto año se inicie la apertura de un segundo CIREC, el cual está contemplado dada la generación de RCD en las alcaldías de la porción sur de la CDMX, por lo que si la inversión inicial en la primera planta tomando en cuenta los datos del 2022 sería de: \$143,722,042 y tomando en cuenta que la inflación promedio en México durante el 2022 fue de 8.03% y se espera que para el 2023 sea del 6.3%, para el 2024 del 3.89%, para el 2025 del 3.28% y para el 2026 de 3.09% entonces dentro de cuatro años la inversión inicial sería de \$182,560,801.93. (Índice de Inflación en México desde 2010 hasta 2027, 2023)

En el segundo CIREC se contempla el flujo de efectivo al 40% de ganancias en la capacidad total anual. Para el quinto año se estima un flujo de efectivo de 190% contemplando la apertura del segundo CIREC.

La cifra del costo del terreno que se utilizó en tablas anteriores está considerando un promedio de un terreno con el área mínima necesaria en la zona sur de la Ciudad de México.

Cabe aclarar que los datos anteriores son teóricos, pero es posible llegar a ellos mediante un adecuado manejo financiero y una correcta optimización de procesos evitando pérdidas durante errores operativos.

Aunado a los valores teóricos no se está considerando el pago intereses por financiamientos bancarios o cualquier otro tipo de préstamo por lo que se realiza una evaluación suponiendo que la inversión sea dada por instituciones gubernamentales que no requieran el pago de intereses.

4.4.3 Metodologías de optimización y mejora continua de procesos

El desarrollo de un proyecto en el cual se involucran múltiples tareas como puede ser la operación de un aeropuerto, la asignación de tareas en un hospital o la organización de trabajo de una empresa que se dedique a la transformación de residuos requiere de planeación y estructuración para su correcto funcionamiento. Estas actividades, tareas y procesos deben ser entendidos, modelados y documentados para un mejor desempeño y logro de los objetivos en la organización.

La gestión de procesos de negocio (BPM, de business process management) combina la aplicación de metodologías y herramientas para una adecuada operación. Está influenciada por conceptos y tecnologías de diferentes áreas de la administración de empresas y la informática. Basada en los primeros trabajos en organización y gestión, tiene sus raíces en la tendencia de orientación a procesos de la década de 1990, donde se propuso una nueva forma de organizar las empresas sobre la base de procesos de negocio.

Una empresa puede alcanzar sus objetivos comerciales de manera eficiente y eficaz sólo si las personas y otros recursos de la empresa, como los sistemas de información, se combinan.

Los procesos de negocio son el instrumento clave para organizar estas actividades y mejorar la comprensión de sus interrelaciones, mediante la coordinación lógica de tareas, en un tiempo definido, implementando unidades y subunidades organizacionales que se relacionan entre sí, para lograr objetivos comerciales.

Las actividades y procesos, generalmente son guiados por el conocimiento del personal de la empresa y asistidos por las normas y procedimientos organizacionales, que están y pueden ser respaldados por tecnologías de la información, los sistemas de software en este ámbito se denominan sistemas de gestión de procesos de negocio, facilitando la gestión de procesos de negocio y en algunos casos permitiendo la autonomía de estos.

Un proceso de negocio consiste en un flujo de actividades que se realizan de forma coordinada en un entorno organizativo y técnico. Estas actividades realizan conjuntamente un objetivo comercial. Cada proceso comercial es ejecutado por una sola organización, sin embargo puede interactuar con los procesos comerciales realizados por otras organizaciones. Por lo que subiendo en una escala organizacional, la gestión de procesos empresariales engloba conceptos, métodos y técnicas para respaldar el diseño, la administración, la configuración, la promulgación y el análisis de los procesos empresariales.

Cuando se efectúa una gestión de procesos de negocio es imprescindible definir cada uno de los procesos de manera adecuada con la finalidad de que estos puedan ser susceptibles de análisis, mejoras, reproducibilidad en otros sectores y estandarización.

El modelado de procesos es similar al modelado de software utilizando notaciones gráficas similares a las de los diagramas de flujo en donde:



Figura 6: Simbología de procesos (Elaboración propia)

Las representaciones gráficas de los procesos comerciales, se centran en la estructura del proceso y las interacciones de las partes participantes en los aspectos técnicos de su realización. Este es un punto importante en el modelado de procesos comerciales, ya que la definición de procesos comerciales y su comportamiento de interacción no precisan estrategias o escenarios de implementación.

Como en la gestión de procesos empresariales un modelo de proceso de negocio agrupa de manera ordenada y lógica un conjunto de modelos de actividad y restricciones de ejecución entre ellos. Una instancia de proceso de negocio representa un caso concreto en el negocio operativo de una empresa, que consta de demandas de actividad. Cada modelo de proceso empresarial actúa como modelo para un conjunto de coacciones de procesos empresariales y cada modelo de actividad actúa para un conjunto de instancias de actividad.

Los procesos comerciales son efectuados por una organización o empresa por lo que el orden de las actividades puede controlarse mediante un sistema como un componente de software centralizado administrado por la empresa. Este control centralizado es muy similar a un director que controla centralmente a los músicos de una orquesta; por lo tanto, los procesos comerciales también se denominan orquestaciones de procesos.

Las interacciones que se presentan en un conjunto de procesos de negocio se especifican en una coreografía de proceso, la cual debe ser acordada con otros procesos comerciales con la finalidad de permitir el flujo correcto de información y descentralizar el control de actividades.

En el ciclo de vida del proceso empresarial se involucran fases relacionadas entre sí, sin un ordenamiento temporal estrictamente necesario, en el que deben ejecutarse fases organizadas en

estructuras cíclicas con dependencias lógicas. Muchas actividades de diseño y desarrollo se llevan a cabo durante cada una de estas fases, y no son raros los enfoques de desarrollo crecientes y evolutivos que involucran actividades concurrentes en múltiples fases.

Durante el ciclo de vida de los procesos de negocio la fase de Diseño y Análisis se efectúa mediante la implementación de encuestas, su entorno organizacional y técnico, esto se realiza con la finalidad de identificar, revisar, validar y representarlos mediante modelos de procesos comerciales.

Durante esta fase se utilizan técnicas de modelado de procesos comerciales, así como técnicas de validación, simulación y verificación. El modelado de procesos de negocios es la sub fase técnica central durante el diseño de procesos. Con base en la encuesta y los resultados de las actividades de mejora del proceso comercial, la descripción informal del proceso comercial se formaliza utilizando una notación de modelado de procesos comerciales particulares.

Una vez que se desarrolla un diseño inicial de un proceso comercial, es necesario validarlo. Un instrumento útil para validar un proceso comercial es un taller, durante el cual las personas involucradas discuten el proceso. Los participantes del taller comprobarán si todas las instancias de procesos empresariales válidas se reflejan en el modelo de procesos empresariales.

Las técnicas de simulación se pueden utilizar para respaldar la validación, ya que se pueden simular ciertas secuencias de ejecución no deseadas que muestran deficiencias en el modelo de proceso. La simulación de procesos comerciales también permite a las partes interesadas recorrer el proceso paso a paso y verificar si realmente expone el comportamiento deseado. La mayoría de los sistemas de gestión de procesos empresariales proporcionan un entorno de simulación que se puede utilizar en esta fase.

El modelado de procesos de negocio tiene un carácter evolutivo en el sentido de que el modelo de proceso se analiza y mejora para que realmente represente el proceso de negocio deseado y que no contenga propiedades no deseadas. El bloqueo mutuo también denominado Deadlock es una propiedad de este tipo, en la que todas las actividades en un proceso comercial se detienen debido a la competencia de recursos o falta de comunicación.

Cuando el modelo de proceso empresarial está diseñado y verificado, es necesario implementar el proceso empresarial y para ello hay diferentes maneras de hacerlo, como implementar políticas y procedimientos que los empleados de la empresa deben cumplir. En este caso, un proceso

empresarial puede realizarse sin ningún tipo de soporte mediante un sistema de gestión de procesos empresariales.

En caso de que se utilice un sistema de software para realizar el proceso comercial, se elige una plataforma de implementación durante la fase de configuración. El modelo de proceso empresarial se mejora con información técnica que facilita la promulgación del proceso por parte del sistema de gestión de procesos empresariales.

El sistema debe configurarse de acuerdo con el entorno organizacional de la empresa y los procesos comerciales cuya promulgación debe controlar. Esta configuración incluye las interacciones de los empleados con el sistema, así como la integración de los sistemas de software existentes con el sistema de gestión de procesos comerciales.

Cuando el sistema está configurado, se debe probar la implementación del proceso comercial. Las técnicas tradicionales de prueba del área de ingeniería de software se utilizan a nivel de actividades de proceso para verificar, por ejemplo, si un sistema de software expone el comportamiento esperado en la vida real, para poder realizar pruebas de integración y rendimiento, detección de posibles problemas de tiempo de ejecución durante la fase de configuración y posteriormente proceder a la capacitación del personal y migración de los datos de la aplicación al software.

Una vez que se completa la fase de configuración del sistema, se pueden generar solicitudes de procesos comerciales, donde un proceso normalmente sigue a un evento definido.

La difusión de procesos debe atender a una correcta orquestación de procesos, garantizando que las actividades del proceso se realicen de acuerdo con las restricciones de ejecución especificadas en el modelo de proceso.

Cuando se ejecuta la difusión del proceso empresarial, se recopilan datos de ejecución, normalmente en algún tipo de archivo de registro. Estos archivos de registro consisten en conjuntos ordenados de entradas de registro que indican eventos que han ocurrido durante los procesos comerciales. El inicio de la actividad y el final de la actividad es información típica almacenada en los registros de ejecución. La información de registro es la base para la evaluación de los procesos en la siguiente fase del ciclo de vida del proceso empresarial.

La fase de evaluación utiliza la información disponible para evaluar y mejorar los modelos de procesos de negocio y sus implementaciones. Los registros de ejecución se evalúan mediante la

supervisión de la actividad empresarial y técnicas de minería de procesos. Estas técnicas tienen como objetivo identificar la calidad de los modelos de procesos de negocio y la adecuación del entorno de ejecución.

Mediante la cooperación de diferentes expertos es posible desarrollar el ciclo de vida de una empresa de manera orgánica con un crecimiento adecuado respecto al tiempo, logrando las metas económicas esperadas. La estructuración adecuada de una empresa como es el caso del desarrollo en una planta de tratamiento de residuos de la construcción o de cualquier otra índole, permitiría una evolución continua adaptándose a los cambios en la generación de residuos y los productos y demandas adaptables a los mercados actuales y futuros.

Los procesos de negocio contienen los objetivos, estrategias, estructuración de organización dentro de la empresa, coreografías de negocio, procesos intraorganizacionales y automatización de procesos. Mediante los cuales es posible optimizar las acciones que se efectúan en una empresa como puede ser eliminar actividades que no aportan valor, asignación de responsabilidades y acciones de manera responsable y lógica al personal capacitado, facilitar la replicación de procesos y la generación de procesos colaborativos como el desarrollo de tecnología, conocimiento o la creación de materiales nuevos de construcción basados en los RCD.

Cuando se habla del modelado empresarial un aspecto importante es la estructuración de la cadena de valor ya que mediante esta es posible cumplir con objetivos comerciales, mantener estándares de calidad y apagar a las normatividades que gobiernan el proceso.

Una cadena de valor indica el flujo cronológico de información, bienes y de procesos involucrados así como las acciones involucradas dentro del sistema operacional de la empresa.

Las principales funciones comerciales de una cadena de valor se estructuran de la siguiente manera:

- ❖ Logística de entrada: La principal función de esta sección de la cadena de valor es la gestión de entrada de los RCD, adquisición de materia prima, bienes, insumos energéticos, estructuración de contratos, cotizaciones, contratos, transportes, etc.
- ❖ Operaciones: Regidas por el conjunto de acciones para la transformación de los RCD en productos con un valor comercial, así como aquellas destinadas en las que interviene el plan de manejo de aquellos materiales que no fueron óptimos para la generación de productos con valor monetario.

- ❖ Logística de salida: Una vez que se fabrican los productos, la logística de salida se encarga de distribuir estos productos a los almacenes u otros centros de distribución para que puedan distribuirse a los clientes.
- ❖ Marketing y Ventas: En marketing y ventas se comercializan los productos de la empresa para venderlos en un mercado competitivo. La función típica principal es organizar y realizar campañas de comercialización
- ❖ Servicios: una vez que se vende un producto, la empresa necesita mantenerse en contacto con los compradores, tanto para solucionar problemas con el producto vendido como para proporcionar información valiosa sobre el cliente para desarrollar y comercializar productos futuros.

Cada proceso empresarial contribuye a uno o más objetivos empresariales. Para obtener información sobre la eficiencia de los procesos comerciales, se llevan a cabo actividades de control. Se determinan los indicadores clave de rendimiento de los procesos comerciales, por ejemplo, indicadores técnicos, como el tiempo de respuesta promedio y el rendimiento, pero también aspectos específicos del dominio, como, por ejemplo, la reducción de la tasa de error y el ahorro de costos.

El control de gestión de los procesos permite desarrollar métodos para medir indicadores clave de rendimiento y para instalarlos en los procesos operativos del negocio. Se puede encontrar información valiosa sobre las deficiencias de los procesos comerciales actuales, que se puede utilizar para mejorarlos y optimizarlos continuamente.

Cuando se realiza un proceso de control o evaluación una de las opciones para analizar los procesos y actividades es el uso de formularios incluyendo el nombre del proceso comercial, una persona responsable del mismo, los objetos abordados, las entradas, los resultados del proceso, etc. (Lucas, 2014)

Este breve formulario puede ser elaborado por cada empleado al final de cada actividad o de cada jornada laboral y puede estandarizarse para la generación de bases de datos que permiten un rápido análisis de las oportunidades de mejora en la empresa, así como la automatización de algunas acciones y creación de flujos de trabajo.

Los objetivos atribuidos a los flujos de trabajo de interacción humana son la reducción de los períodos de inactividad, evitando el trabajo redundante y una mejor integración del trabajo humano con los sistemas de información subyacentes. (Barrera, 2018)

Para la aplicación de este instrumento de gestión en un CIREC se puede separar en cuatro funciones comerciales principales, la de supervisión que es la encargada del adecuado funcionamiento de la planta, la estandarización de tiempos y la mejora continua de procesos, la función de procesos que es la encargada de las acciones de procesamiento de los RCD, almacenamiento y fabricación de productos, la función de laboratorio que es la encargada de la coordinación de mejoramiento de procesos y control de calidad en conjunto con la supervisión y el área de ventas cuya función es la comercialización de productos, la generación de activos para el mantenimiento de la planta y prevenir la acumulación de material dentro de la planta, lo que evita problemas con la ejecución de procesos alternos.

El área encargada de supervisión es la encargada del inicio de los procesos ya que mediante esta función se inicia la gestión entre los generadores de residuos y el CIREC, realizando la revisión de documentación, aprobación de plan de manejo y recepción de los residuos: aceptando, rechazando o sancionando a los generadores en caso de no cumplir con la documentación acordada.

La supervisión está en constante comunicación con el área de procesos en la cual se realizan todas las acciones de procesamiento de materiales, almacenamiento, rechazo, procesamiento de RCD, fabricación de concreto y fabricación de bloques.

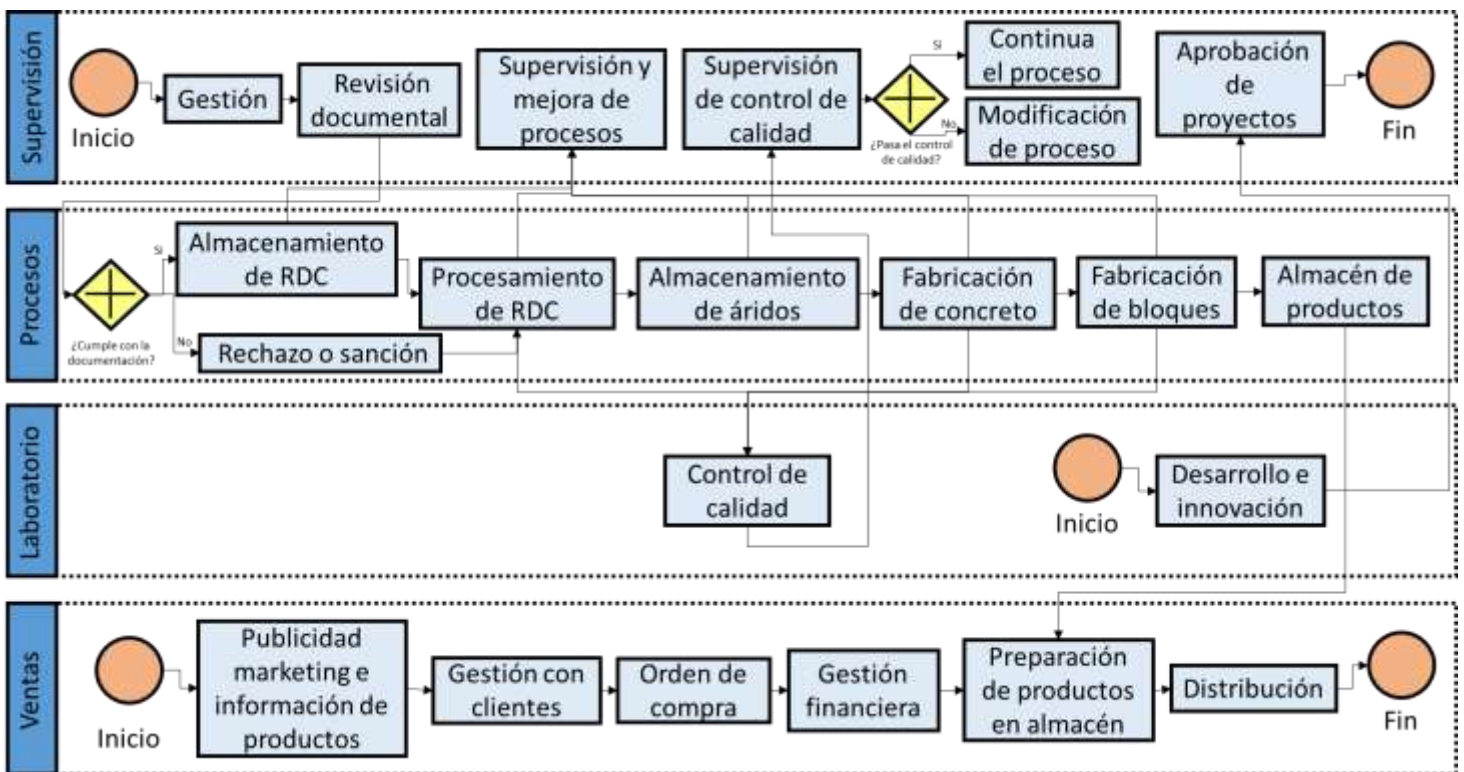
Durante cada uno de los procesos se debe informar mediante un breve informe, preferentemente digital o con el apoyo de una aplicación sobre el tiempo de ejecución de cada tarea, nombre de los operadores involucrados, problemas u observaciones y oportunidades de mejora. Aunado a esto el responsable de cada proceso debe asegurarse que los métodos anteriores hayan sido llevados a cabo de manera adecuada evitando afectaciones en el siguiente paso además de certificar de manera correcta la cadena de valor mediante el responsable.

El laboratorio es parte esencial del instrumento de gestión debido a que mediante esta área es posible supervisar a nivel técnico las labores de procesamiento de materiales como puede ser la humedad o calidad de los agregados, calidad de los lotes de concreto premezclado y calidad de los bloques. Lo que permite realizar valoraciones junto a la supervisión que ayudan a la mejora continua de los procesos. Mediante el laboratorio es posible realizar desarrollo e innovación basándose en

los datos obtenidos durante los controles de calidad, lo que favorece la evolución de la planta optimizando acciones y desarrollando productos nuevos.

El área de ventas es la encargada de realizar campañas publicitarias, realizar la gestión inicial con los clientes, efectuar órdenes de compra y venta de productos, realizar la gestión financiera dentro de la planta permitiendo la subsistencia de esta, así como las órdenes de preparación y distribución de productos y residuos, evitando el almacenaje excesivo, lo que afectaría directamente a todas las operaciones del CIREC.

Tabla 15: Modelo de flujo de actividades de proceso



Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Medidas de mitigación de impactos

Desde la concepción de la visión cosmogónica de los pueblos originarios andinos la Pachamama puede describirse como todo aquello que es lo más grande en el espacio-tiempo, haciendo alusión a una figura maternal que envuelve el todo, siendo desde una roca, un cuerpo de agua, la tierra y cualquier ser vivo parte de esta. Inclusive en los meses de agosto cuando comienza el ciclo agrario

para las culturas andinas es el periodo de celebración de la Pachamama, ritual en el que se le pide permiso para abrir las heridas y sembrar sus semillas.

Partiendo de esta cosmovisión se puede intentar comprender al medio ambiente como un universo dominado por el espacio tiempo, en el que cualquier factor puede interaccionar para producir un cambio. Por lo que dentro del medio ambiente se encuentra cualquier cosa dentro de este universo. Lo que da pie a poder definir a un factor ambiental como cualquier elemento o suceso presente dentro de la delimitación del universo de estudio comprendido dentro de un mismo espacio tiempo condicionante del medio.

El ser humano forma parte del medio ambiente por el simple hecho de su existencia dentro de este universo, por lo que los factores que nos afectan y conforman como individuos también deben ser comprendidos dentro del medio ambiente, generando la necesidad de contemplar a los factores que nos conforman como individuos y como sociedad, como lo son los factores psicológicos, políticos, económicos, demográficos, culturales, etc.

Considerando las necesidades de estudio desde el punto de vista académico los factores ambientales se pueden agrupar en antropogénicos y naturales bióticos y abióticos.

Un impacto en el medio ambiente puede ser provocado por acción humana como el desarrollo de un proyecto de ingeniería o por la misma naturaleza como una erupción volcánica causando modificaciones en diversos factores.

Por ello la delimitación del universo de estudio o delimitación de proyecto permite acotar cuáles son los posibles impactos que pudieran generarse y cuáles son los expertos necesarios para la evaluación, prevención, mitigación y remediación.

Durante la delimitación del proyecto debe contemplarse un área debidamente acotada que permita estudiar a profundidad los factores ambientales y los posibles impactos los cuales pueden clasificarse según la SEMARNAT en:

- ❖ Positivo o negativo: En términos del efecto resultante en el ambiente.
- ❖ Directo o indirecto: Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
- ❖ Acumulativo: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

- ❖ Sinérgico: Se produce cuando un conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
- ❖ Residual: El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- ❖ Temporal o permanente: Un período determinado o definitivo.
- ❖ Reversible o irreversible: Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
- ❖ Continuo o periódico: Dependiendo del período en que se manifieste. (SEMARNAT, [Glosario], 2019)

Cuando se desea disminuir el impacto en el medio ambiente durante el desarrollo de un proyecto es necesario plantear diversas opciones como modificación de proyecto, elección de otra locación y plantear la posibilidad de no realizar el proyecto debido a las limitaciones ambientales. Para ello es necesario analizar cada propuesta mediante una evaluación de impacto ambiental.

La evaluación de un proyecto debe analizarse en dos partes, la primera es la construcción o desarrollo del proyecto que incluye todas las acciones ejecutadas en campo hasta llevar a fin la etapa constructiva y la segunda parte de la evaluación contempla todos los procesos ejecutados durante la vida útil de proyecto hasta que este llega a su fin. Idealmente durante la evaluación debe de contemplarse el impacto ambiental que resultará tras llevar a fin el proyecto y las acciones que llevarán a dar fin a este, como los procesos de demolición, desmontaje de maquinaria, integración de los diversos elementos involucrados en la economía circular, etc.

Durante la evaluación es imprescindible la descripción de los sistemas ambientales que según la SEMARNAT son la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto en donde será situada la propuesta debido a que mediante estos es posible conocer la naturaleza de la mayoría de los impactos.

Para realizar una adecuada descripción de los impactos asociados debe recurrirse a expertos que puedan definir de manera adecuada las características de cada uno de ellos. Para efectuar la descripción de los impactos con y sin proyecto es posible apoyarse de metodologías preexistentes, como lo es el uso de diagramas de redes, desarrollo de bases de datos en mapas, revisión de casos similares y el uso de matrices.

Esto lleva a poder plantear de manera correcta las externalidades ambientales que pueden entenderse como aquellos efectos secundarios causados por la actividad de una persona o empresa, la cual no se hace cargo de todas las consecuencias que tiene esta actividad en la sociedad o el entorno. Las externalidades se producen cuando el ámbito en el que se toman las decisiones es más pequeño que el ámbito en el que se producen los costos y beneficios de una actividad económica. Es decir que los costos tanto positivos como negativos van más allá de la inversión del proyecto. Las encontramos en contextos en los que las acciones de un actor imponen costos sobre otros; es decir, los costos no son internalizados por quien los genera. Pese a ello los costos siempre son absorbidos, ya sean por el proyecto, personas, comunidades, gobiernos o el medio ambiente.

Las externalidades son observables cuando las actividades de un agente económico, productor o consumidor, afectan a las posibilidades de actividad de otro agente económico y quien provoca este efecto no paga por ello. Así, el uso destructivo de recursos naturales como el aire, el agua o los bosques, afectan las posibilidades de utilización posterior de estos recursos, tanto para la producción como para el consumo, en particular para las generaciones futuras, y nadie paga por esta pérdida de riqueza. También se presentan cuando la función objetivo del agente económico depende de alguna variable controlada por otro agente económico. La utilidad o satisfacción de un consumidor A depende de variables controladas por el agente B. (López, s.f.)

Se pueden presentar externalidades tanto positivas como negativas y agrupan todos los pequeños y grandes efectos económicos que puedan presentarse. Sin embargo, no todos los efectos pueden ser evaluados económicamente y requieren de un análisis más profundo ya que las externalidades relacionadas con el ambiente pueden tener valores de uso y no uso por su misma existencia, como puede ser el paisaje o una zona arqueológica. (DELSOL, 2022)

Para la predicción y evaluación de impactos ambientales y externalidades existen diversos métodos como los cuantitativos y cualitativos. Para la valoración existen métodos estandarizados que de ser modificados según el tipo de proyecto que pueden ser presentados para la comunicación de resultados de manera general, entre estos métodos se encuentran el Método Delphi y Sistema Batelle-Columbus, los cuales permiten contrastar la importancia de impacto analizada por un grupo multidisciplinario.

Durante la propuesta de medidas de mitigación se puede plantear la cancelación del proyecto o reducir algunas secciones de este, limitar la magnitud, restaurar los efectos adversos generados por

el proyecto, implementar acciones de mantenimiento y compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de recursos afectados.

De modo que cuando se plantea el desarrollo de un proyecto como lo es un CIREC el cual implica múltiples impactos y externalidades ambientales positivas por la naturaleza del mismo es indispensable realizar una evaluación de impacto ambiental específica y adecuada para la zona en la que se construirá. Además de cumplir con las normatividades locales y nacionales creadas específicamente para disminuir el impacto generado por cualquier proyecto así como apegarse a la ley y los requerimiento por instituciones públicas como SEMARNAT cumpliendo en tiempo y forma con la MIA o Manifestación de Impacto Ambiental que es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. (Cámara de Diputados, 2014)

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, presenta unas guías para la elaboración de la MIA en la que especifica todas las actualizaciones y requerimientos para el cumplimiento de esta tal como lo especifica el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental o REIA con última reforma del 31-10-2014, en el artículo 9. Conforme al artículo 10 y 11 del REIA las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de parques industriales, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas, obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría, proyectos de obras y actividades que intenten realizarse en una región ecológica determinada, proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular, por lo que un CIREC entraría dentro de una MIA-P o modalidad particular debido a que aunque entre dentro del programa de desarrollo urbano de la Ciudad de México, es únicamente una planta de procesamiento de RCD y no un conjunto de plantas. (SEMARNAT, 2019)

Algunas de las principales acciones que pueden tener mayor repercusión por impacto ambiental durante la construcción de un CIREC son las maniobras de desmonte y despalme que consisten en retirar toda la vegetación y la remoción del horizonte superficial del suelo rico en materia vegetal. Dichas maniobras deben realizarse con un estudio previo basado en la NOM 059-SEMARNAT-2010 que tiene el objetivo de identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en nuestro país para la atención y protección correspondiente, además de que debe ser complementada con la NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos, la cual permite complementar las especificaciones de maniobras durante esta actividad. En dicha norma se menciona que cuando el proyecto se ubique dentro del área de tránsito de los pobladores locales, se colocará una adecuada señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva; en la que se haga referencia a los trabajos que se realicen en la zona, con el objeto de evitar accidentes en el sitio del proyecto, además de prohibir actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las actividades de desmonte o deshierbe del sitio del proyecto, también indica que el material removido por las actividades deberá ser depositado en sitios seleccionados para tal fin por el responsable del proyecto, en donde se garantice que éste no será arrastrado por el drenaje pluvial o por el crecimiento de cuerpos de agua, que no obstruirá cauces naturales o similares y que no afectará innecesariamente a la vegetación. De ser posible deberá utilizarse un solo sitio de depósito, esto indica que tras las labores de limpieza del terreno se fragmentarán y esparcirán en sitios previamente seleccionados, los residuos vegetales producto de la limpieza de los terrenos, a fin de facilitar su integración al suelo, en caso de no ser utilizados como esquejes o material para la reforestación.

La NOM-120-SEMARNAT-2011 también especifica que la selección del sitio deberá considerar preferentemente zonas que hayan sido perturbadas por las actividades realizadas. En caso de recursos forestales deberá ajustarse a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que prohíbe la cacería y la extracción de especies de flora y fauna por el personal contratado para las actividades de exploración, las especies en riesgo, que se localicen dentro del área del proyecto a explorar, deben ser protegidas, según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y

conservación del hábitat, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, apeguándose a la normatividad de referencia, la capa superficial del suelo vegetal será recuperada junto con el material removido sin mezclarse, con el fin de utilizarla para las actividades de restauración de la zona. Para lo anterior, se deberá designar un área de almacenamiento temporal dentro de las de depósito, con el fin de evitar pérdidas por erosión y complementar estas acciones especificando que no se realizará la excavación, nivelación, compactación o relleno de terrenos fuera de los límites establecidos.

Otro de los problemas a los que puede llegar a enfrentarse un CIREC durante la operación es el control de dispersión de partículas a la atmósfera la cual debe ser controlada mediante riego constante del área de almacenamiento de residuos, para ello es indispensable el uso de aguas tratadas con el fin de evitar la sobre explotación de recursos y aprovechar el agua empleada en el área de oficinas y laboratorios.

Aunado a esto la generación de ruido también puede llegar a generar problemas durante las operaciones, por lo que se deben tomar acciones como la construcción del CIREC en áreas con baja densidad poblacional y zonas con depresiones naturales o elevaciones que permitan bloquear la mayor parte de la presión acústica. En cuanto a las operaciones en planta es necesario apearse a la NOM-011-STPS-2001 que regula las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación, y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Además de la generación de ruido en planta la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, es un aspecto a tomar en cuenta por lo que debe apearse a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos LGPGIR que tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como la aplicación de la norma 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. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con última reforma publicada en el DOF 11-04-2022, tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Además de definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, la preservación, restauración y el mejoramiento del ambiente, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas, el aprovechamiento sustentable, la preservación, 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, la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo, garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, el ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución, el establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y las Instituciones académicas y de investigación, los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales. Ver Anexo 2.

5 Propuesta teórica de un Centro integral de Residuos de la Construcción y Demolición en la Zona sur de la Ciudad de México.

5.1 Características de las propuestas de sitio

Los programas de desarrollo urbano de la Ciudad fueron desarrollados y puestos en marcha en periodos que van desde el 2005 para alcaldías como Xochimilco hasta el 2011 para alcaldías como Milpa Alta, estos programas de desarrollo van de la mano con las actualizaciones en las leyes de asentamientos urbanos, general de equilibrio ecológico, ambiental de protección a la tierra, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial, el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México y los cambios que

vayan surgiendo en cuanto a la actualización de normatividades, leyes y estrategias de desarrollo locales implementadas por las alcaldías.

5.1.1 Análisis de zonas susceptibles de ser afectadas por la mala disposición de los RCD y criterios para la implementación de un centro integral de residuos de la construcción y demolición

5.1.1.1 Zonas susceptibles de ser afectadas RCD

En la Ciudad de México el Programa de Ordenamiento Ecológico establece las áreas asignadas a la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, por ende puede ser usado como una guía para el análisis de áreas susceptibles de ser afectadas por la mala disposición de los RCD, aunado a esto, el análisis de estas áreas se puede realizar mediante sistemas de información geográfica, como el desarrollado por el gobierno, para la evaluación de impactos ambientales (SIGEIA), además existen múltiples herramientas como ARCGIS, el cual es un software para trabajar con sistemas de información geográfica, una alternativa a ARCGIS es QGIS, software de código abierto con la misma función que ARCGIS pero de descarga gratuita.

Con la finalidad de realizar un análisis con una metodología universal es posible usar plataformas de análisis de SIG gratuitas e internacionales como lo es *Google Earth Engine* que combina un catálogo de varios *petabytes* de imágenes satelitales y conjuntos de datos geospaciales con capacidades de análisis a escala planetaria, dicho software es empleado por la comunidad científica para detectar cambios, mapear tendencias y cuantificar diferencias en la superficie de la Tierra.

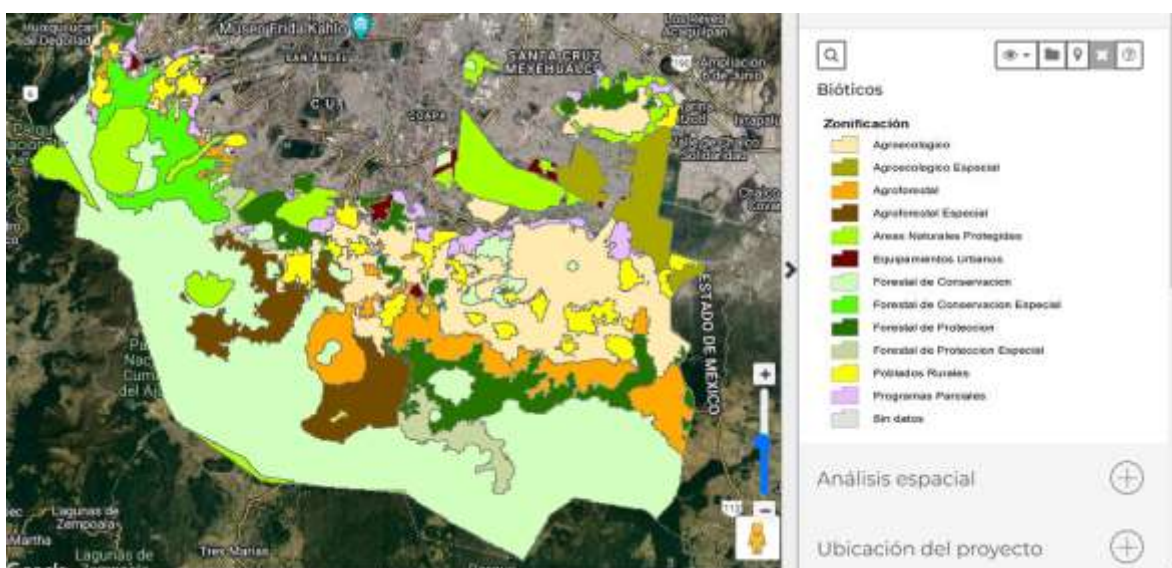


Figura 7: Programa de Ordenamiento Ecológico de la CDMX (SIGEIA, 2022)

Google Earth Engine puede ser usado como cualquier software para el manejo de SIG, complementando la zonificación establecida por el programa de ordenamiento ecológico, combinándolo con dicha plataforma se puede aplicar un modelo digital de elevaciones (DEM) para encontrar dentro del raster o mapa de bits las zonas como barrancas o cuerpos de agua que pudieran ser afectados por mala disposición de los RCD.

Usando el DEM de *NASA SRTM digital elevation* 30 m proporcionado por NASA JPL de la Misión de Topografía de Radar del Transbordador, esfuerzo de investigación internacional que obtuvo modelos de elevación digital en una escala casi global, con una resolución de 1 segundo de arco equivalente a aproximadamente 30 m por pixel, es posible calcular las pendientes asignando un código de color que indique las menores pendientes en azul, pasando gradualmente por verde amarillo y rojo para las mayores.

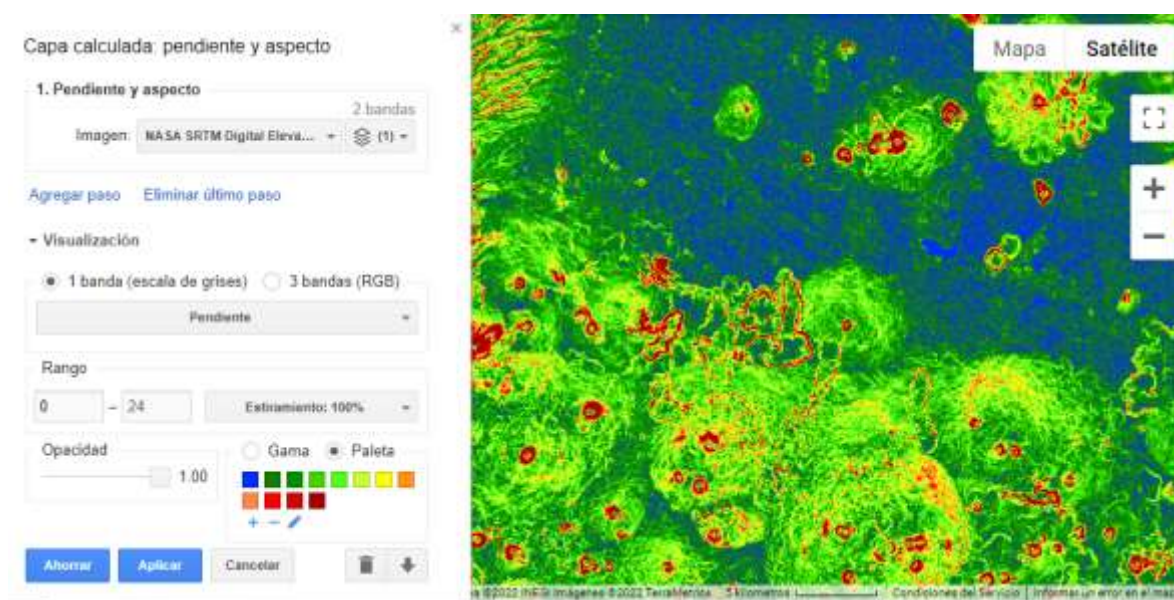


Figura 8: Filtrado de la zona sur de la CDMX mediante DEM de NASA SRTM digital de elevación 30m en Google Earth Engine (Elaboración propia)

Aplicando esta técnica en la zona sur de la Ciudad de México como puede observarse en la figura anterior, se puede generar una capa que permita visualizar cuerpos de agua, los cuales se presentan en color azul uniforme, acompañados de pendientes abruptas observables en color rojo, entre las que encuentran las barrancas decretadas por la PAOT como áreas de valor ambiental en las que se

desplazan los escurrimientos naturales del agua de lluvia y manantiales que bajan de las montañas localizadas al poniente y sur-poniente de la ciudad.

Dichas áreas podrían ser afectadas por la acumulación de RCD, cabe aclarar que aquellas zonas en color rojo que formen patrones circulares acompañados de pendientes graduales o suaves que recorren la escala de color, no representan un riesgo por acumulación de RCD, debido a que se tratan aparatos volcánicos con zonas de difícil acceso por las pendientes en incremento y aquellas zonas en rojo que generan patrones radiales o relativamente lineales son zonas que pudieran ser empleadas para la mala disposición de residuos, generando impactos al medio ambiente.

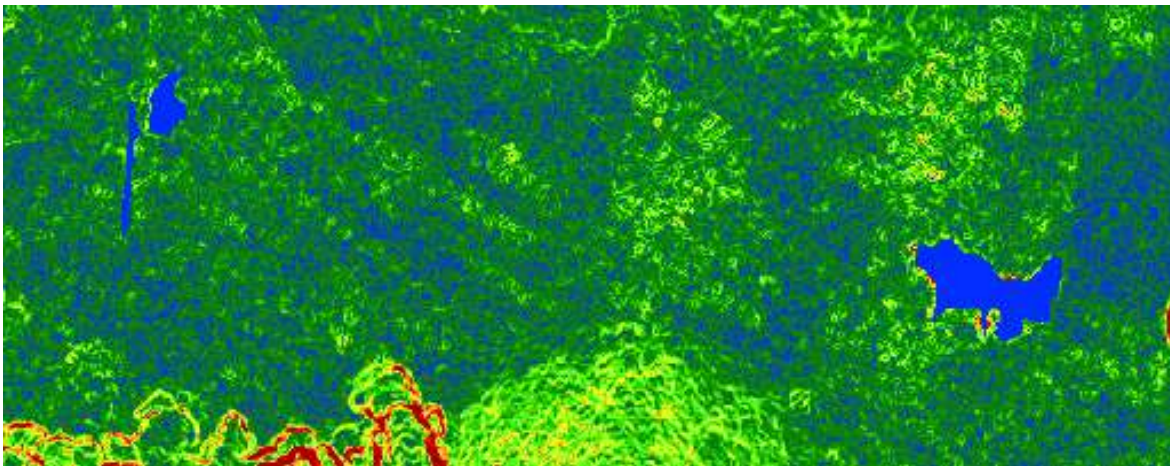


Figura 9: Zona lacustre sur de la CDMX mediante DEM de NASA SRTM digital de elevación 30m en Google Earth Engine (Elaboración propia)

Dentro del análisis de la zona sur se observa la zona lacustre, la cual es observable mediante la aplicación de esta técnica en color azul uniforme, zona pantanosa que está siendo afectada actualmente por el depósito irregular de RCD.

5.1.1.2 Áreas De Valor Ambiental

Las áreas de valor ambiental (AVA) son aquellas áreas verdes dentro de la ciudad que ofrecen servicios ecosistémicos, como lo es el suministro de agua, regulación climática, sombra, belleza escénica o generación de suelo, entre otras. Esta categoría integra a los bosques urbanos y las barrancas, en la Ciudad de México existen tres bosques urbanos y un sistema de barrancas ubicado en la zona poniente que, por sus aportaciones ambientales, permiten el desarrollo social, por lo que requieren ser cuidados y restaurados para mantener y mejorar los servicios que nos brindan.

5.1.1.3 *Bosques Urbanos*

El Bosque de Chapultepec es el más antiguo de Latinoamérica y el más grande de la ciudad. Con una extensión de 648 hectáreas, el bosque está dividido en tres secciones a lo largo de la alcaldía Miguel Hidalgo. Dentro de él, se encuentran el Zoológico de Chapultepec, 12 museos y tres lagos, además de brindar servicios culturales, el bosque ofrece servicios recreativos y alimentos.

El Bosque de San Juan de Aragón se ubica al norte de la ciudad, en la alcaldía Gustavo A. Madero y posee una extensión de 162 hectáreas. Dentro de él, se encuentran dos humedales artificiales que brindan diversos servicios ecosistémicos y un lago que es visitado por diversas aves. Además, dentro de este bosque se encuentra una planta de composta y zona de viveros.

Al sur de la ciudad se encuentra el Bosque de Tlalpan, de menor área, pero de igual importancia. El cual tiene una extensión de 253 hectáreas y se encuentra en la alcaldía Tlalpan colindando con la alcaldía de Coyoacán, el bosque es considerado Área Natural Protegida con categoría de Zona Ecológica y Cultural, ya que se encuentra en suelo de conservación (a diferencia de los otros bosques urbanos) del Pedregal en las faldas de la Sierra del Ajusco.

5.1.1.4 *Disposición final*

Los residuos que por sus características son inviables para aprovecharlos, ya sea por el costo económico, social, tecnológico o ambiental son enviados a disposición final. Aunque se han presentado alternativas a la disposición de residuos en rellenos sanitarios, como lo es el reciclaje, la elaboración de composta y la valorización térmica, la realidad es que hoy en día se generan más residuos de los que se pueden aprovechar. La Norma Oficial Mexicana nom-083-semarnat-2003, establece las 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.

Un relleno sanitario es una infraestructura para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlarlos, a través de distintas acciones como la compactación y construcción.

5.1.1.5 Sitios de Disposición Final

La Ciudad de México no cuenta con sitios de disposición final funcionales en su territorio, por ello debe enviar sus residuos a sitios cercanos ubicados en estados vecinos. En 2020 la Ciudad de México envió sus residuos a siete sitios, ubicados en la Cañada (Ixtapaluca), Chicoloapan, Cuautitlán (Bicentenario), Milagro (A Granel) Ixtapaluca, Naucalpan y Cuautla.

Los porcentajes enviados a cada sitio son los siguientes:



Figura 10: Volumen de depósito de RCD (SOBSE, 2020)

Los dos orígenes principales de los residuos son las estaciones de transferencia y las plantas de selección de la Ciudad de México, diariamente desde estos sitios se envían 4906 y 2035 toneladas respectivamente, que en conjunto representa el 99.78% de los residuos que envía la ciudad a sitios de disposición final. En el caso de las estaciones de transferencia, la de Iztapalapa contribuye con el 17.1% de todos los residuos que se envían o el 11.9% del ingreso global a disposición final, seguida de la de Álvaro Obregón la cual representa el 15.1% de los residuos enviados desde la estación de transferencia o el 10.6% del ingreso total. Aunque las de Iztapalapa y Álvaro Obregón son las que más residuos envían a disposición final, en términos porcentuales relativos a la cantidad de residuos que ingresan a la estación de transferencia, la de Gustavo A. Madero es la que envía el mayor porcentaje de los residuos con el 74%. Situación que refleja la importancia de reforzar la separación en las alcaldías que depositan en estas instalaciones. Por su parte, la de Milpa Alta sólo contribuye con el 0.6% de todos los residuos enviados a disposición final o el 0.4% global, también es la alcaldía

que envía el menor porcentaje respecto a los residuos que ingresan a transferencia, solo el 39% de todos los residuos que ingresan son enviados a disposición final, la razón de esto último es que la alcaldía Milpa Alta genera un alto porcentaje de residuos orgánicos, por ende el mayor porcentaje de los residuos que ingresan, respecto a las demás son enviados a planta de composta, siendo este del 39%. Otro lugar de origen es la planta de composta, que como se mencionó anteriormente, es una cantidad relativamente pequeña a comparación de otros orígenes, menos del 0.3% lo que equivale al envío de 15.4 toneladas diarias. Aunque la cantidad de residuos inorgánicos que vienen mezclados con los residuos orgánicos es relativamente pequeña en cuanto a peso, la realidad es que los residuos orgánicos son más pesados que los plásticos y otros residuos inorgánicos, por lo que puede que el volumen de residuos inorgánicos recuperados sea considerable, el retiro de estos residuos inorgánicos mezclados es sumamente difícil y perjudica gravemente la calidad de la composta, esta separación se realiza en 2 fases, la primera es una separación manual por parte del personal de SOBSE cuando los residuos ingresan a la planta de composta de Bordo Poniente lo cual es una separación pre-proceso y la otra es una separación post-proceso porque cuando la composta está lista, los residuos inorgánicos se separan de la composta con un tromel, lo cual disminuye mucho la calidad de la composta.

5.1.1.6 Costo por disposición final

A pesar de que los costos por disposición final de residuos ha disminuido en los últimos años, generando un costo global de \$246 568 458.1 durante el 2020 (SOBSE, 2020), los sitios de disposición final se encuentran saturados, llevando a clausurar algunos de estos, por rebasar su capacidad. (SEDEMA, 2020) Por ende el uso de estas zonas destinadas al depósito de residuos de residuos sólidos urbanos para el almacenamiento de residuos de demolición y construcción no es la mejor opción para los planes de manejo de dichos residuos.

En la Ciudad de México se estima que ingresan 2 155,708.30 m³ al año de residuos de la construcción y demolición a los centros de transferencia y Centros Integrales de Residuos de la Construcción, de los cuales únicamente se aprovechan 86,427.39 m³ al año y 2 059,280.91 m³ al año, (SEDEMA, 2020) datos que no solo son preocupantes por la ausencia de aprovechamiento, también indica que este volumen de materiales se sigue extrayendo de los recursos naturales.

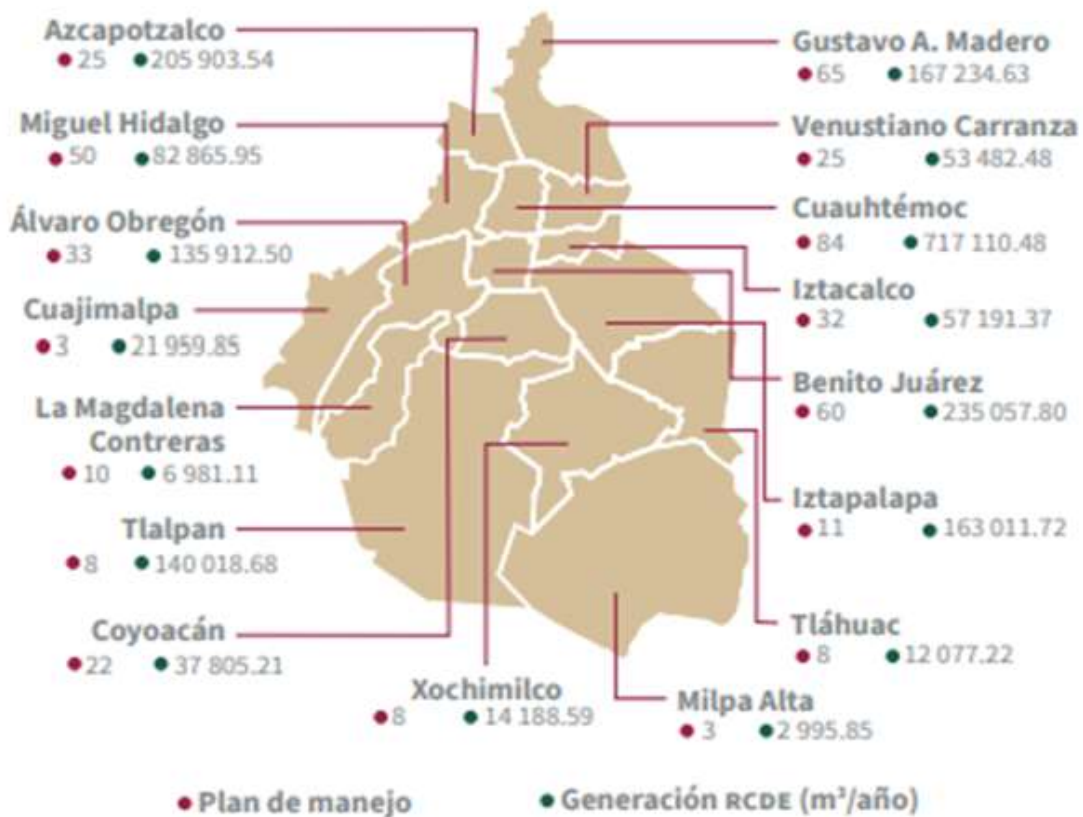
Planes de manejo y su generación anual durante 2020

PM ingresados durante 2020: 483



Figura 11: Generación anual de RCD (SEDEMA, 2020)

Según datos de la SEDEMA, la mayor generación de RCD durante el 2020 se reportó en la alcaldía Cuauhtémoc con el 33% del total de residuos en 84 planes de manejo, en contraste con los 3 planes de manejo reportados en la alcaldía Milpa Alta, con menos del 1% de la generación de residuos. Datos que son relevantes para la planeación del crecimiento demográfico de la Ciudad.



Fuente: Sedema

Figura 12: Generación anual por alcaldía (SEDEMA, 2020)

5.1.2 Características de sitio propuesta Milpa Alta

5.1.2.1 Población

En 2020, la población en Milpa Alta fue de 152,685 habitantes con 48.7% hombres y 51.3% mujeres. Los rangos de edad que concentran mayor población fueron 15 a 19 años con un número de 13,445 habitantes, 20 a 24 años con un número de 13,391 habitantes y 10 a 14 años con un número de 13,298 habitantes.

5.1.2.2 Indicadores económicos

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Milpa Alta fueron comercio minorista y prestación de servicios, entre los que se incluyen alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas.

Las principales ventas internacionales de Milpa Alta en 2021 fueron condimentos, preparaciones para salsas y salsas preparadas.

5.1.2.3 Acceso a servicios básicos

En 2020, 1.55% de la población en Milpa Alta no tenía acceso a sistemas de alcantarillado, lo que equivale a 2,370 personas sin acceso a este servicio, 10.5% no contaba con red de suministro de agua lo que equivale a 1610 personas sin este servicio, 0.9% o 1038 personas no tenían baño y 0.39% o 591 personas no tenían energía eléctrica. (Data México, 2021)

5.1.2.4 Transporte

La integración vial de las alcaldías a escala metropolitana o regional presenta serios problemas que impiden el traslado y acceso de la demarcación hacia la ciudad, provocando congestión en sus limitados accesos. La red vial dentro de la Alcaldía Milpa Alta está configurada principalmente por vías primarias, secundarias e interurbanas que conectan a cada uno de los poblados rurales y que sirven de conexión con las alcaldías vecinas de Xochimilco y Tláhuac a través de ellas con el resto de la Ciudad de México o también con los municipios del sureste del Estado de México y el noreste del Estado de Morelos. La principal vía de acceso a la alcaldía es la carretera Xochimilco Oaxtepec, que se inicia en el poblado de San Gregorio en la Alcaldía Xochimilco, cruza el territorio de Milpa Alta uniendo a los poblados rurales de San Pedro Atocpan, Villa Milpa Alta, San Lorenzo

Tlacoyucan y Santa Ana Tlacotenco, esta continúa su recorrido conectando a la Ciudad de México con las regiones central y sur del país: Estado de México, Morelos, sur de Puebla y Oaxaca.

Existen otras dos vías de acceso importantes para esta alcaldía, las cuales son consideradas como vías primarias, la primera conecta a Tulyehualco, San Juan Ixtayopa, San Antonio Tecómitl y Mixquic, con el Estado de México y la segunda es la carretera Xochimilco, Santa Cecilia y San Salvador Cuauhtenco. Cabe mencionar que la carretera Xochimilco Oaxtepec, es la que concentra el mayor flujo vehicular que pasa por la demarcación, sin cruzar por los poblados rurales, en importancia le sigue la carretera Mixquic Chalco que cruza el poblado rural de San Antonio Tecómitl provocando graves problemas de congestión, sobre todo en las horas pico.

El sistema de transporte en Milpa Alta es un factor estratégico en el desarrollo urbano, íntimamente ligado con los factores sociales, económicos y ambientales de la demarcación. Éste se desplaza sobre las vías primarias que enlazan los poblados, principalmente con recorridos locales y de paso (PDDU, 2011). El transporte público que circula por la alcaldía está conformado por ocho rutas de transporte colectivo o rutas fijas con veinticuatro derroteros urbanos diferentes y dos suburbanos, cuenta también con nueve camoneros de la Ruta de Transporte Público RTP; así mismo, el transporte privado se integra por 32 sitios de taxis que se localizan en la mayoría de los poblados, además de una ruta de transporte universitario con base en Villa Milpa con dirección a Ciudad Universitaria. Es importante señalar que la mayor parte de las rutas se dirige hacia Xochimilco y la terminal del metro Taxqueña (PDDU, 2011). Los poblados menos favorecidos por el transporte público son San Lorenzo Tlacoyucan, Santa Ana Tlacotenco y San Juan Tepenáhuac, ya que a pesar de que cuentan tanto con rutas de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y rutas de transporte colectivo, sólo se desplazan de dichos poblados a Villa Milpa Alta en donde los pasajeros se ven obligados a tomar otro modo de transporte para desplazarse fuera de la alcaldía, encareciendo el servicio (PDDU, 2011).

5.1.2.5 Clima

En Milpa Alta, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es cómodo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3°C a 24°C y rara vez baja a menos de 0°C o sube a más de 27°C.

La temporada templada dura 2.4 meses, del 22 de marzo al 4 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es de 23°C. El mes más cálido del año en Milpa Alta es mayo, con una temperatura

máxima promedio de 24°C y mínima de 10°C. La temporada fresca dura 2.2 meses, del 27 de noviembre al 3 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menor a 20°C. El mes más frío del año en Milpa Alta es enero, con una temperatura mínima promedio de 4°C y máxima de 19°C.

En Milpa Alta, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Milpa Alta comienza aproximadamente el 30 de octubre; dura 6.9 meses y se termina aproximadamente el 26 de mayo.

El mes más despejado del año en Milpa Alta es febrero, durante el cual en promedio el cielo está despejado o parcialmente nublado con el 67 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 26 de mayo; dura 5.1 meses y se termina aproximadamente el 30 de octubre. El mes más nublado del año en Milpa Alta es septiembre, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado con el 88 % del tiempo.

La temporada con más humedad relativa dura 4.5 meses, de 27 de mayo a 10 de octubre, con una probabilidad de más del 40 %. El mes más húmedo en Milpa Alta es julio, con un promedio de 22.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 7.5 meses, del 10 de octubre al 27 de mayo. El mes con menos días húmedos en Milpa Alta es diciembre, con un promedio de 0.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. El mes con más días de lluvia en Milpa Alta es julio, con un promedio de 22.9 días.

La temporada de lluvia dura 6.8 meses, del 17 de abril al 12 de noviembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Milpa Alta es julio, con un promedio de 130 milímetros de lluvia. El periodo del año sin lluvia dura 5.2 meses, del 12 de noviembre al 17 de abril. El mes con menos lluvia en Milpa Alta es diciembre, con un promedio de 3 milímetros de lluvia.

La duración del día en Milpa Alta varía durante el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre, con 10 horas y 59 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 17 minutos de luz natural.

El vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros

factores; la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Milpa Alta tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

Del 26 de diciembre al 26 de abril, la velocidad promedio del viento es de 7.4 kilómetros por hora. En marzo, la velocidad promedio es de 8.7 kilómetros por hora. Y en mayo, la velocidad promedio es de 6.4 kilómetros por hora.

5.1.2.6 Geología

Milpa Alta se localiza en el sector sur de la Cuenca de México, sobre depósitos volcánicos provenientes del volcán Ajusco y de la sierra Chichinautzin. Las sierras que enmarcan la Cuenca México son de origen volcánico, tienen composición química de intermedia a básica y sus edades varían desde oligoceno medio hasta el reciente. A finales del periodo terciario y principalmente durante el periodo cuaternario se conformaron tanto el volcán Ajusco y la sierra Chichinautzin, por lo que se puede decir, que la superficie donde se encuentra asentada Milpa Alta es reciente en términos geológicos.

El total de su superficie tiene su origen en el cenozoico, fundamentalmente en el cuaternario, y afloran tobas o depósitos de ceniza, rocas ígneas extrusivas (ácidas e intermedias), basaltos y brechas. En el centro de la alcaldía, las formaciones de basalto y brecha volcánica son dominantes, mientras que en la zona sur predominan las formaciones compuestas por rocas ígneas extrusivas básicas, se presentan algunas zonas con rocas piroclásticas de composición intermedia a basáltica, esta última en el sureste de la delegación, así como la presencia de suelos residuales y en menor medida de depósitos aluviales. En el centro, sur y poniente de Milpa Alta gran parte de sus elevaciones corresponden a volcanes de tipo monogenético, es decir, volcanes que tienen un solo evento eruptivo. Se conforman por sucesiones de coladas basálticas, así como de paquetes de escoria (tezontle) y brechas volcánicas con matriz que tiene gradaciones que van de arenas a limos.

De acuerdo con Padilla y Sánchez, el basamento de esta demarcación es el mismo que para el resto del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza de edad cretácica a una profundidad aproximada de 2000 m.

Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de conglomerados heterogéneos con clastos de caliza y fósiles del cretácico a la que Oviedo de León asigna el nombre de Conglomerado Texcoco,

esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca, fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada pozo Texcoco 1, cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta en la superficie de la extensión territorial de la alcaldía. Las unidades volcánicas más recientes corresponden a flujos de andesita de gran espesor que han formado la topografía final de las sierras durante el plioceno tardío, a principios del pleistoceno y holoceno, formando la sierra de Chichinautzin y parte del Ajusco. Fries definió al grupo Chichinautzin como flujos de lava, brechas y capas de ceniza y estimó que su espesor era de 1800 m con base en la diferencia de elevaciones entre el Valle de Cuernavaca y el volcán Chichinautzin. Delgado, Granados y Martín del Pozzo consideran que entre el plioceno y holoceno han ocurrido diversos eventos de actividad volcánica, culminando con el vulcanismo monogenético en Chichinautzin. En la sierra de Chichinautzin se presentan estructuras volcánicas de tipo conos de escoria con coladas de lava producidas por actividad estromboliana del volcán Chichinautzin, un volcán escudo, formado por extensas coladas de lava y un cono de escoria en la cima del Teuhtli y espesos flujos de lava asociados a fisuras. Las coladas de lava son predominantemente andesíticas y en menor proporción basálticas.

Durante las fases volcánicas del plioceno y pleistoceno, abanicos aluviales y arenas fluviales fueron depositados en la cuenca; estos sedimentos tienen edades que van desde el pleistoceno hasta la época reciente. Antes de la formación de estos volcanes, la Cuenca del Valle de México tenía un desagüe natural hacia el río Balsas, pero la aparición del volcán del Ajusco ocasionó que se volviera una cuenca endorreica, es decir, sin salida del cauce natural fuera de la cuenca, lo que propició la formación del lago de Texcoco y contribuyó a la modificación de los ecosistemas del sur de la Ciudad de México. Debido a lo antes descrito, gran parte de las 28,375 ha de su territorio están conformadas principalmente por rocas de origen volcánico, que se pueden dividir en cinco unidades geológicas: ígnea extrusiva básica (de edad cuaternaria), depósitos piroclásticos (periodo neógeno), ígnea extrusiva básica (periodo neógeno), ígnea extrusiva ácida (edad cuaternaria), aluvión y depósitos sedimentarios recientes del cuaternario.

En lo que respecta a la geología estructural dada la intensa actividad ígnea de la zona en diferentes etapas evolutivas se presentan distintos patrones de fracturamiento, y en lo que respecta a fallas geológicas únicamente se presenta una falla representativa regional que afecta la zona entre San Antonio Tecómitl y la Conchita.

5.1.2.7 Mancha Urbana

Las coordenadas geográficas de Milpa Alta son latitud: 19.193°, longitud: -99.023°, y elevación: 2,428 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Milpa Alta tiene variaciones muy grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 554 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2,503 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones muy grandes de altitud (1,458 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (4,641 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Milpa Alta está cubierta de arbustos (41 %), árboles (24 %), tierra de cultivo (22 %) y superficies artificiales (13 %), en un radio de 16 kilómetros de árboles (33 %) y tierra de cultivo (25 %) y en un radio de 80 kilómetros de tierra de cultivo (43 %) y árboles (27 %).

5.1.2.8 Edafología

En el centro, sur y poniente de Milpa Alta, el tipo de suelo dominante es el andosol (63 %), y en el norte y al este se presentan suelos clase feozem (17 %), que en ciertos lugares se ocupan para la siembra de cultivos de maíz, frijol, nopal o frutales. Estos suelos son sumamente sensibles a la erosión. El suelo está formado básicamente por fragmentos de lavas y escoria, depósitos de aglomerados y piroclásticos de varios tamaños, rodeados por una matriz de sedimentos del tamaño de arenas, limos y arcillas. Estos depósitos conforman una de las principales zonas de recarga del acuífero de la cuenca, debido a su alta permeabilidad.

5.1.2.9 Uso de suelo

El 100% de la superficie ocupada por la alcaldía se encuentra catalogado como: Suelo de Conservación; sin embargo, actualmente el 10 % se encuentra ocupado por los núcleos urbanos de los doce poblados rurales en que se divide esta delegación política. El 41 % de dicha superficie está dedicada al desarrollo de actividades agropecuarias y en el 49 % restante se encuentran las zonas boscosas, que representan áreas ambientalmente importantes, por los servicios que restan, tanto a la Ciudad de México, como a su zona metropolitana.

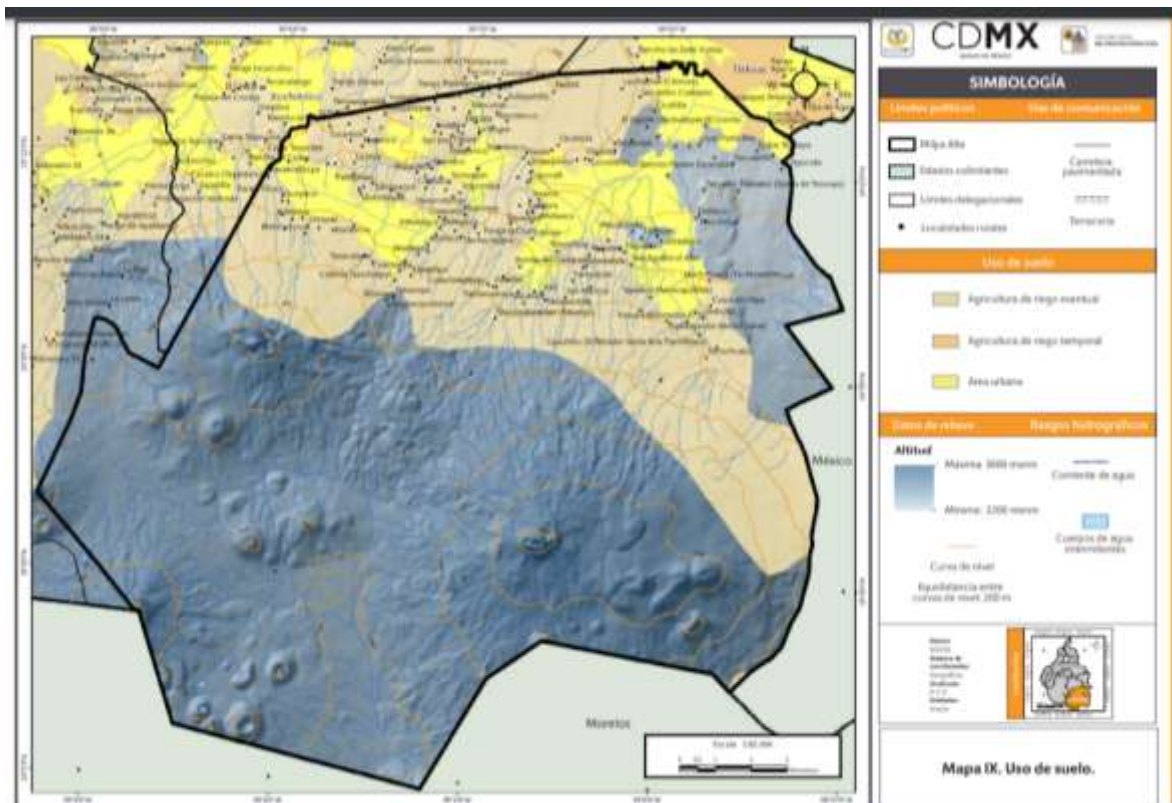


Figura 13: Mapa de uso de suelo (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

5.1.2.10 Áreas Naturales Protegidas

En el año de 2010 el Gobierno del Distrito Federal hoy Ciudad de México, señala que una gran área de Milpa Alta sería protegida, estableciéndola como Área Comunitaria de Conservación Ecológica (ACCE), con una superficie de más de 5,000 ha. (SANPR, 2012)

El 26 de junio de 2007 el área de la Reserva Ecológica Comunitaria de San Miguel Topilejo fue decretada, dicha área tiene una superficie de 6,000 ha, de las cuales 648 ha pertenecen a Milpa Alta. (SANPR, 2012)

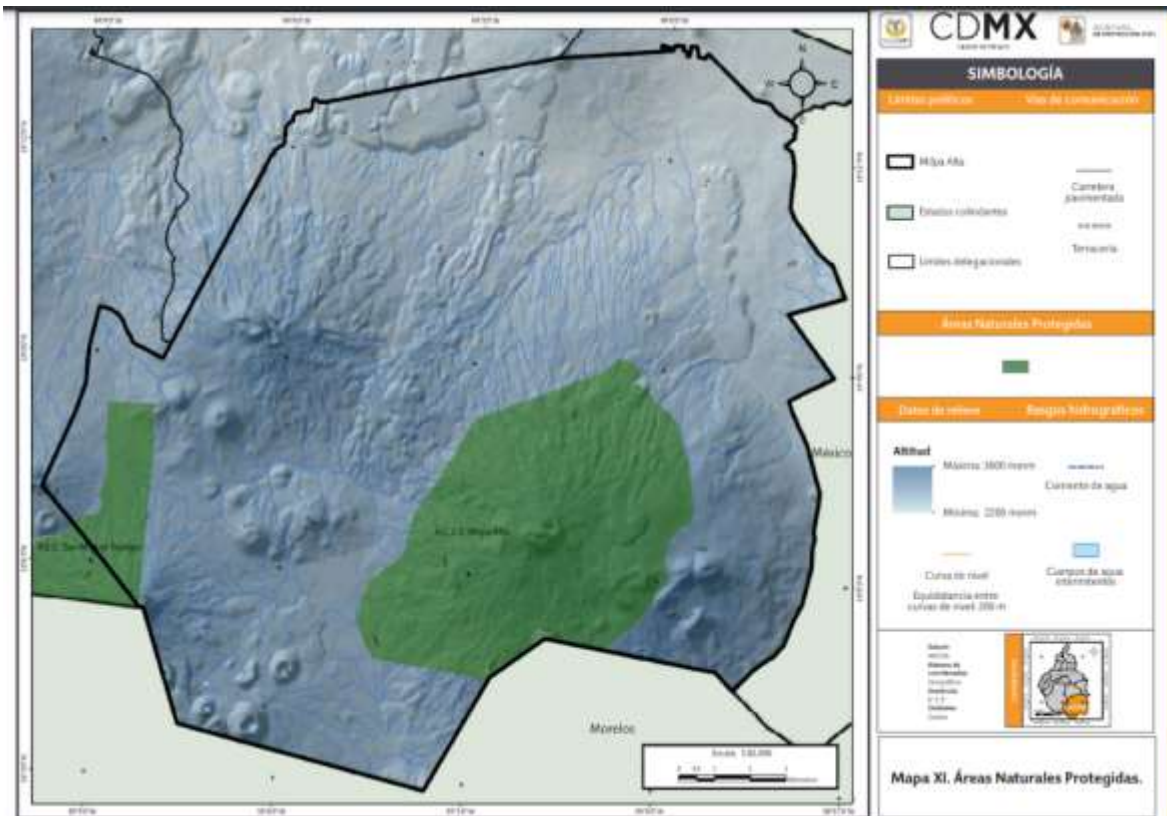


Figura 14: Mapa de áreas naturales protegidas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

5.1.3 Características de sitio Propuesta Xochimilco

5.1.3.1 Población

En 2020, la población en Xochimilco fue de 442,178 habitantes con 48.7% hombres y 51.3% mujeres, con rangos de edad que se concentran entre los 20 a 24 años con 36,979 habitantes, 25 a 29 años con 36,563 habitantes y 15 a 19 años con 34,956 habitantes.

5.1.3.2 Indicadores económicos

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Xochimilco fueron comercio minorista y prestación de servicios que incluyen al turismo como alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas.

5.1.3.3 Acceso a servicios básicos

La visualización muestra la evolución porcentual de la población sin accesos a servicios básicos entre 2000 y 2020. En 2020, 0.69% de la población en Xochimilco no tenía acceso a sistemas de alcantarillado con 3006 personas sin este servicio, 8.39% no contaba con red de suministro de agua

con 37100 personas privadas de este servicio, 0.42% o 1860 personas no tenían baño y 0.21% o 937 personas no poseía energía eléctrica.

5.1.3.4 Transporte

En 2020, 45.1% de la población acostumbró utilizar camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte al trabajo. (Data México, 2021)

5.1.3.5 Clima

La temporada templada dura 2.5 meses, del 22 de marzo al 5 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es de más de 25°C. El mes más cálido del año en Xochimilco es mayo, con una temperatura máxima promedio de 26°C y mínima de 13°C. La temporada fresca dura 2.4 meses, del 22 de noviembre al 3 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menor a 22°C. El mes más frío del año en Xochimilco es enero, con una temperatura mínima promedio de 6°C y máxima de 21°C.

La temporada con mayor precipitación dura 4.5 meses, del 27 de mayo al 10 de octubre, con una probabilidad de más del 40%. El mes con más precipitaciones en Xochimilco es julio, con un promedio de 23 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 7.5 meses, del 10 de octubre al 27 de mayo. El mes con menor precipitación en Xochimilco es diciembre, con un promedio de 0.8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La duración del día en Xochimilco varía durante el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre, con 10 horas y 58 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 18 minutos de luz natural.

El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Xochimilco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

Del 30 de diciembre al 25 de abril, la velocidad promedio del viento es de 7.1 kilómetros por hora. El mes con mayor viento en Xochimilco es marzo, con una velocidad promedio de 8.4 kilómetros por hora. En mayo, la velocidad promedio es de 6.2 kilómetros por hora.

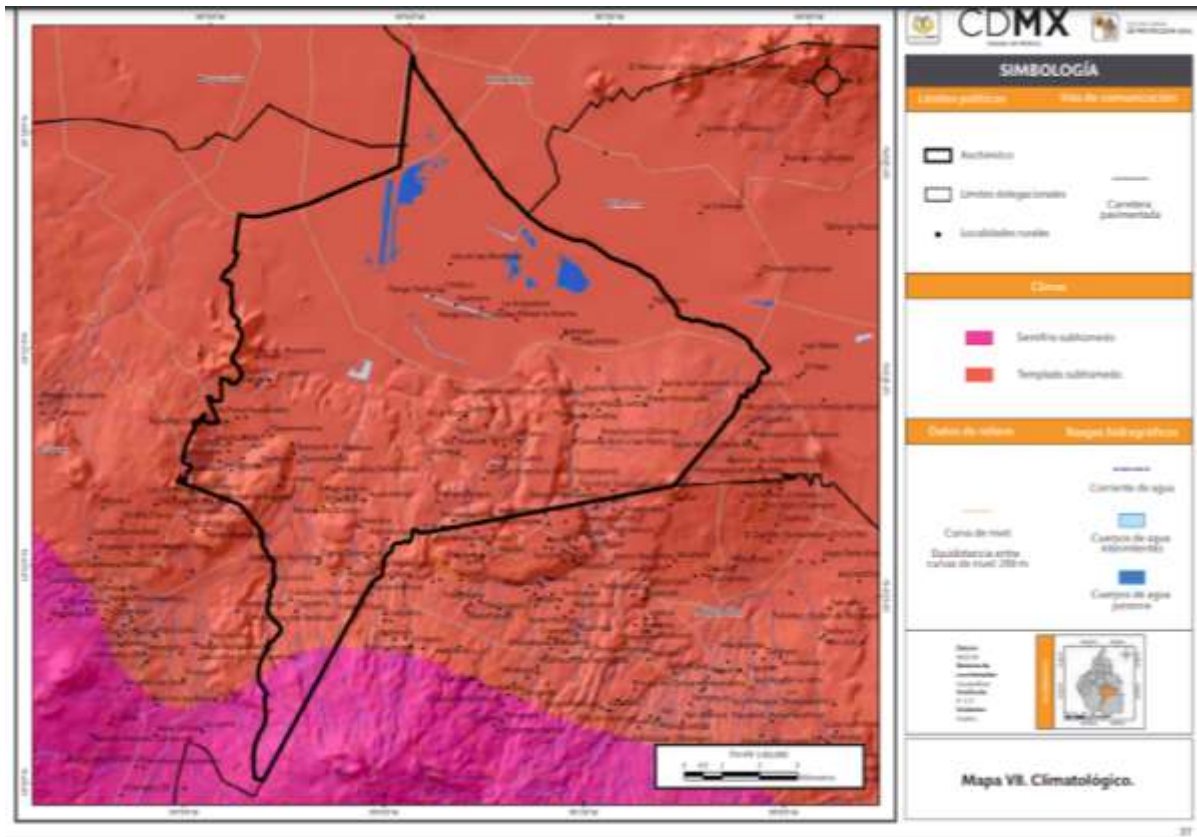


Figura 15: Mapa climatológico (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

5.1.3.6 Geología

De acuerdo con el Plan Delegacional de Desarrollo Sustentable de la Delegación Xochimilco (PDDS, 2007) se establece que en la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; fue aquí donde se formó el sistema de canales de Xochimilco, ubicados en la parte norte de la alcaldía, en los cuales se encuentran basaltos del cuaternario fracturados y de gran permeabilidad. De acuerdo con Padilla y Sánchez, el basamento de esta demarcación es el mismo que para el resto del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza de edad cretácica a una profundidad aproximada de 2000 m. Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos caliza y fósiles del cretácico a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre de Formación de conglomerado Texcoco; esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca. Ésta fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada pozo Texcoco. Cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta en la superficie de la extensión territorial de la delegación. La zona de transición entre el lago y terreno firme está localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de gravas y arenas

gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto, producto de una actividad volcánica del neógeno. Las localidades que se encuentran en la zona sur de Xochimilco se ubican en la zona de transición, la cual también está formada por depósitos volcánicos, rocas ígneas extrusivas básicas e intermedias.

La zona centro y norte de la alcaldía está constituida principalmente de suelos con sedimento de grano fino y algunos depósitos de roca extrusiva básica, así como de materiales volcanoclásticos; en ésta se presenta una mayor densidad demográfica. La zona urbana se ha concentrado en gran parte de la zona lacustre y ha comenzado a expandirse hacia los terrenos de las partes altas. Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos de ambos sistemas (cuaternario y neógeno), ignimbritas y cenizas volcánicas. Esta zona es muy permeable, debido a las fracturas y vesículas que se formaron en estos materiales, ocasionadas por el rápido enfriamiento de la lava original.

5.1.3.7 Mancha Urbana

Las coordenadas geográficas de Xochimilco son, latitud: 19.258°, longitud: -99.105°, y elevación: 2,245 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Xochimilco tiene variaciones grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 183 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2,262 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones grandes de altitud (1,477 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (4,590 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Xochimilco está cubierta de superficies artificiales (63 %) y tierra de cultivo (28 %), en un radio de 16 kilómetros de superficies artificiales (43 %) y árboles (21 %) y en un radio de 80 kilómetros de tierra de cultivo (42 %) y árboles (27%).

5.1.3.8 Edafología

De acuerdo al Plan Delegacional de Desarrollo Sustentable para la Alcaldía Xochimilco (PDDS, 2007), los suelos presentes en la demarcación son de tipo aluvial-lacustre, considerados como suelos residuales derivados de aluviones fluviales y lacustres ricos en sales. En la parte norte los suelos predominantes son de tipo histosol-eútrico, que se caracterizan por presentar una capa superior oscura rica en materia orgánica en forma de hojarasca, fibras y maderas.

En la parte alta de las faldas del volcán Teuhtli, el suelo está conformado por brecha volcánica, de texturas franco arenosas y arcillosas, en los últimos años ha sido objeto de un proceso erosivo continuo por la tala inmoderada.

En las proximidades de la zona chinampera (zona de transición) y a lo largo de una franja que corre de Este a Oeste sobre el límite sur del área sujeta a conservación ecológica, los suelos son de tipo aluvial. Están compuestos de grava y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto; se localizan principalmente al sur del pueblo de Santa Cruz Acalpixca. (PDDS, 2007)

En Xochimilco se pueden observar dos tipos de suelo, andosol y salino. El suelo tipo andosol es de origen volcánico, constituido principalmente de ceniza con alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad. Tiene un color oscuro y alta capacidad de retención de humedad; generalmente es de bajo rendimiento agrícola, debido a que retiene fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas, además de ser muy susceptible a la erosión eólica (PDDS, 2007). Los suelos tipo salinos tienen un uso pecuario especialmente ovino; éste depende del tipo de pastizal y usualmente tiene bajo rendimiento (PDDS, 2007).

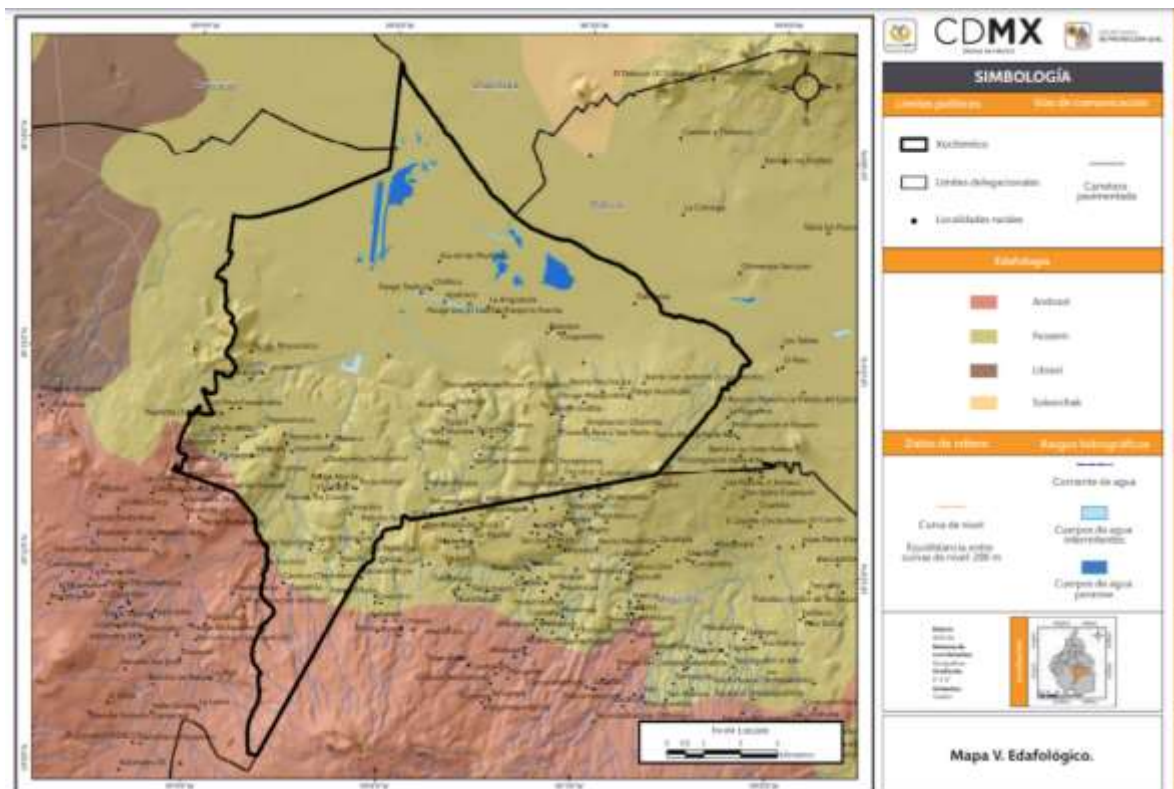


Figura 16: Mapa Edafológico (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

5.1.3.9 Uso de suelo

De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), la alcaldía cuenta con una extensión territorial de 12,517.8 ha. Los principales usos de suelo son urbano y de conservación. Entre el uso de suelo urbano se encuentran el habitacional con un área de 2,145.68 ha, equipamiento con un área de 234.4 ha, áreas verdes y espacios abiertos con un área de 58.58 ha, e industrial con un área de 66.38 ha. Entre el uso de suelo de conservación se incluyen Áreas Naturales Protegidas que cuentan con un área de 2,657.08 ha, Preservación Ecológica con un área de 2,631.33 ha, poblados rurales con un área de 980.82 ha, población rural agroindustrial con un área de 2,337.83 ha, asentamientos humanos con un área de 914.94 ha y zonas arqueológicas con una superficie de 310.62 ha.

El 29.9 % del territorio es zona urbana, 13.93% se utiliza para la agricultura de riego eventual, 53.76% para la agricultura de riego temporal, 2.11 % corresponde a bosques de pino y 0.22 % a pastizal inducido (INEGI 2010).

Tabla 16: Uso de suelo en la CDMX (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

Uso de suelo	Superficie (Hectáreas)	%
Suelo urbano		
Habitacional	2,145.68	85.66
Equipamiento	234.4	9.36
Áreas verdes y espacios abiertos	58.54	2.34
Industria	66.38	2.64
Subtotal	2,505.80	100
Suelo de conservación		
1. Área natural protegida	2,657.08	26.54
2. Preservación ecológica	2,631.33	35.44
3. Poblados rurales	980.82	9.28
4. Equipamiento	180.18	1.80
5. Producción rural agroindustrial	2,337.83	15.50
6. Asentamientos irregulares	914.94	10.34
7. Zonas arqueológicas	310.62	3.10
Subtotal	10,112	100
Total	12,517.80	100

Fuente: Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014

5.1.3.10 Áreas Naturales Protegidas

El Área Natural Protegida (ANP), con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) pertenece a Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, los cuales se localizan en la porción centro y norte de Xochimilco; está integrada por un polígono con una superficie de 2,555 ha de zona lacustre y chinampera de la alcaldía. El área limita al norte con la avenida Canal de Chalco (Iztapalapa y Tláhuac); al noroeste, con Canal Nacional (Coyoacán y Tlalpan), donde el Anillo Periférico Sur atraviesa el Área Natural Protegida; al oeste limita con la avenida Plan de Muyuguarda, circuito Cuemanco Norte y Camino a la Ciénega; al extremo suroeste colinda con los barrios de la cabecera delegacional: Ampliación San Marcos, San Juan, La Concepción Tlacoapa, La Asunción y San Lorenzo; el límite sur se ubica sobre Canal de Apatlaco y Canal Nacional; al sureste colinda con el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco. El perímetro del ANP, limita aproximadamente con 49 colonias y / o barrios de las alcaldías políticas de Xochimilco, Tláhuac, Iztapalapa y Tlalpan (Mapa X; Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006).

Los fenómenos que se reportan en Xochimilco son fracturas, hundimientos y procesos de remoción en masa que abarcan caídas de roca, derrumbes, deslizamientos y flujos de lodo.

En el siguiente mapa de inestabilidad de laderas, se pueden observar las zonas de susceptibilidad baja que se encuentran representadas en color amarillo (lugares con pendientes de 25° a 35° y poca erosión); en naranja, la susceptibilidad media (pendientes de 35° a 45° donde existe tendencia a movimientos de ladera); y en rojo, la susceptibilidad alta (áreas con pendientes abruptas entre 45° a 53° con severa afectación por corrientes de agua y erosión).

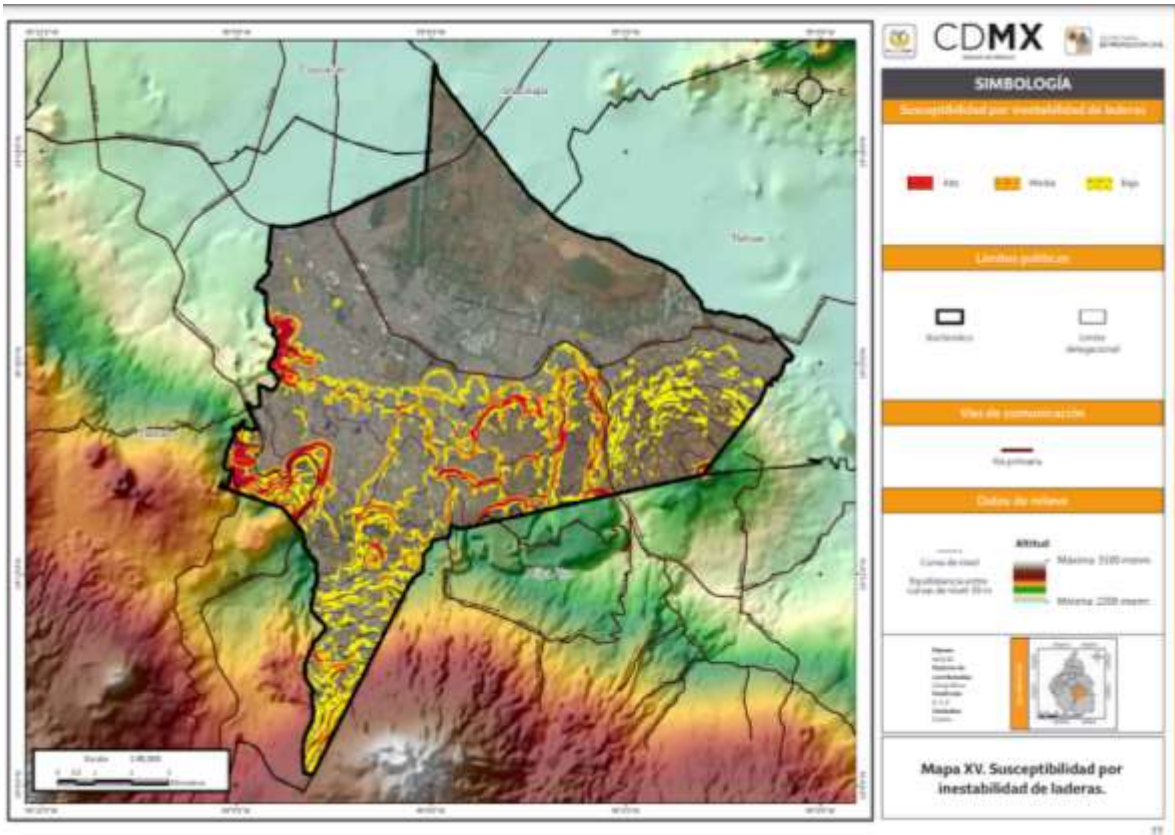


Figura 17: Mapa susceptibilidad por inestabilidad de laderas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

El Atlas de peligros y riesgos de la CDMX también desarrollo un mapa de peligros y riesgos por barrancas, en el cual se muestran los ríos que drenan desde la sierra del Chichinautzin y de las Cruces, hacia las partes bajas en el norte de la ciudad. Las líneas rojas representan los cauces cuando cruzan zonas definidas como urbanas por el INEGI. Si bien muchas de las corrientes son intermitentes y están sin agua la mayor parte del año, también representan un peligro; en particular sobre las viviendas y sus habitantes que se han asentado sobre el cauce o en sus inmediaciones, ya que en eventos de precipitación extraordinaria, estos cauces pueden arrastrar una gran cantidad de materiales.

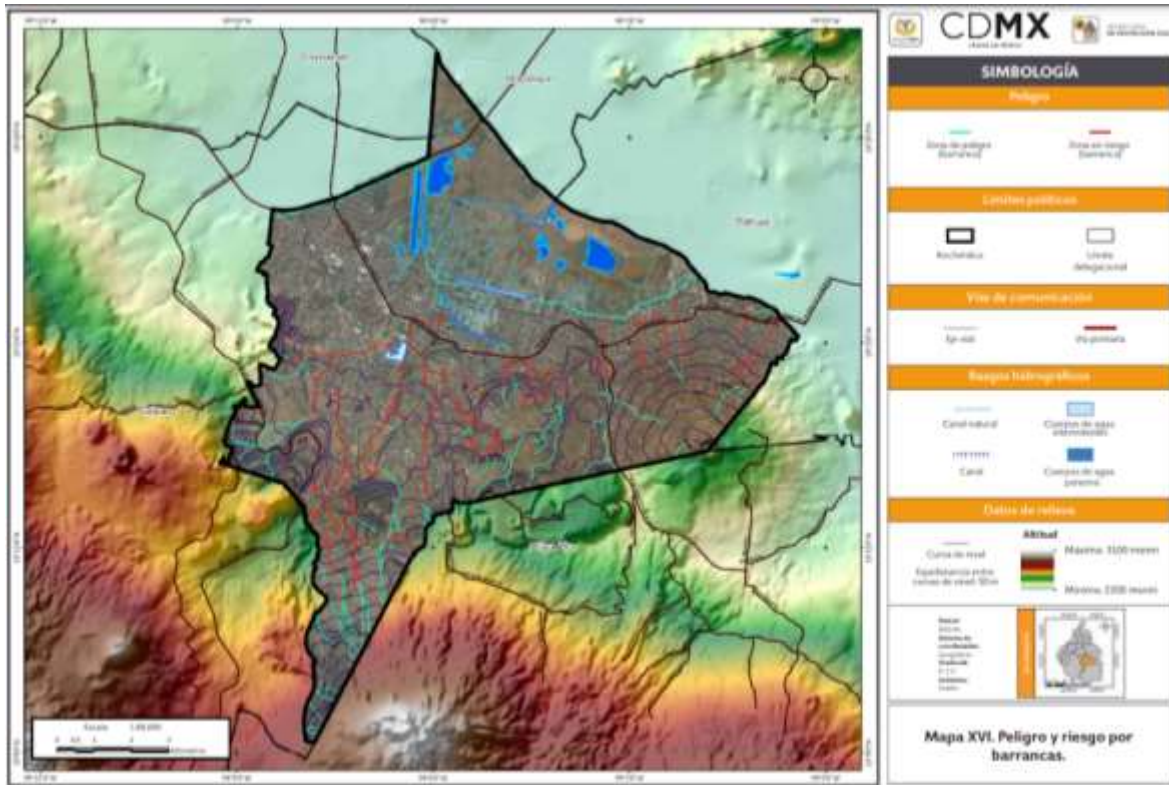


Figura 18: Mapa de peligro por barrancas (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

En el mapa preliminar de peligros se pueden observar coincidencias entre los reportes de antecedentes, zonas susceptibles y zonas en peligro por remoción en masa y hundimiento. Este mapa sirve como marco de referencia para identificar áreas en peligro y la vulnerabilidad de asentamientos humanos.

Dentro de la alcaldía Xochimilco se trazaron 19 polígonos que generan una vulnerabilidad de 30,249 personas en 5,520 lotes por fenómenos como:

- ❖ Derrumbe de ladera que ponen en riesgo a 7,259 personas y una vulnerabilidad física de 1,207 lotes.
- ❖ Caída de roca que ponen en peligro a una población de 41 habitantes en 17 lotes.
- ❖ Fracturamiento, exponiendo a 1,122 habitantes de 245 lotes.
- ❖ Hundimientos que exponen a 2,252 pobladores en 106 lotes.
- ❖ Caída de rocas y derrumbes poniendo en riesgo a 1,778 habitantes de 375 lotes.
- ❖ Caída de rocas, flujos de lodo y derrumbes que exponen a 14,097 habitantes en 2,915 lotes.

- ❖ Derrumbes y flujos de lodo poniendo en riesgo a 2,740 habitantes en 418 lotes.
- ❖ Hundimientos y fracturamientos que ponen en peligro a 960 personas de 237 lotes.

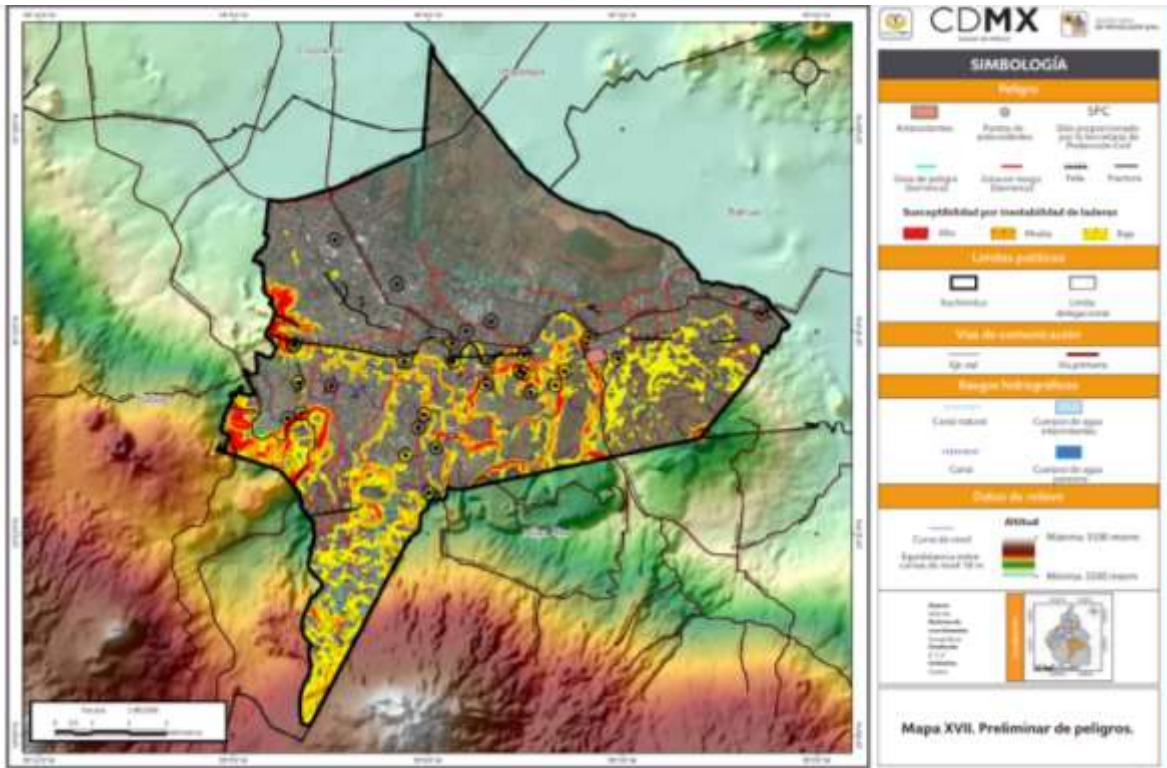


Figura 19: Mapa preliminar de peligros (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

La cartografía realizada para los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos por fenómenos de remoción en masa de la Alcaldía Xochimilco considera 8 polígonos compuestos por Tepexomulco, Tepetonco, San Lucas Xochimanca, Tecacalanco, Moyocalco Acoca, Tezontitla, Xochitenco y Ampliación Nativitas La Joya.

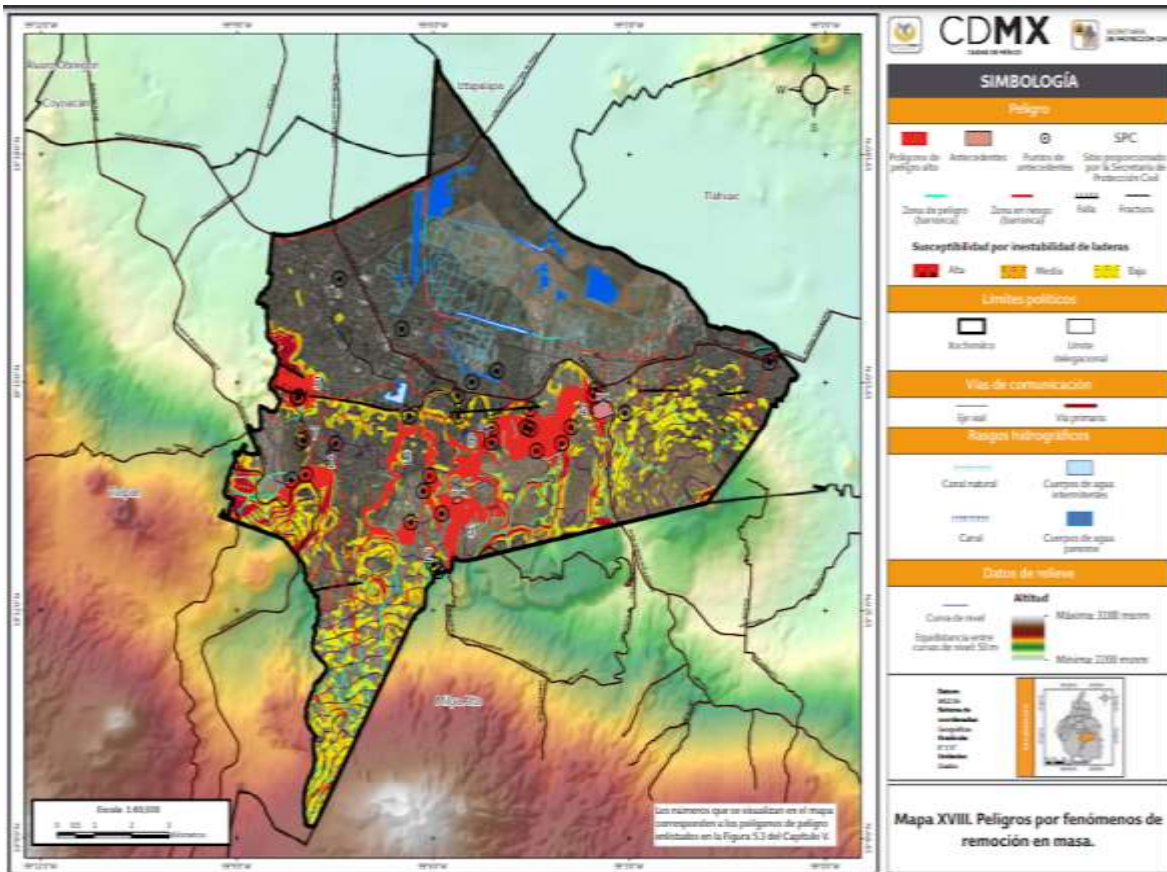


Figura 20: Mapa de peligros por remoción de masa (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

La cartografía realizada para los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos por fenómenos de hundimiento y fracturamiento de la Alcaldía Xochimilco considera 6 zonas de fracturamiento; 1 polígono de hundimiento y 4 polígonos de hundimiento y fracturamiento: Santiago Tulyehualco, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Tepeyac, Las Ánimas, Santa María Nativitas, Santa Cruz Acalpixca, Embarcadero Zacapa, Guadalupita, San Antonio y Jardines del Sur.

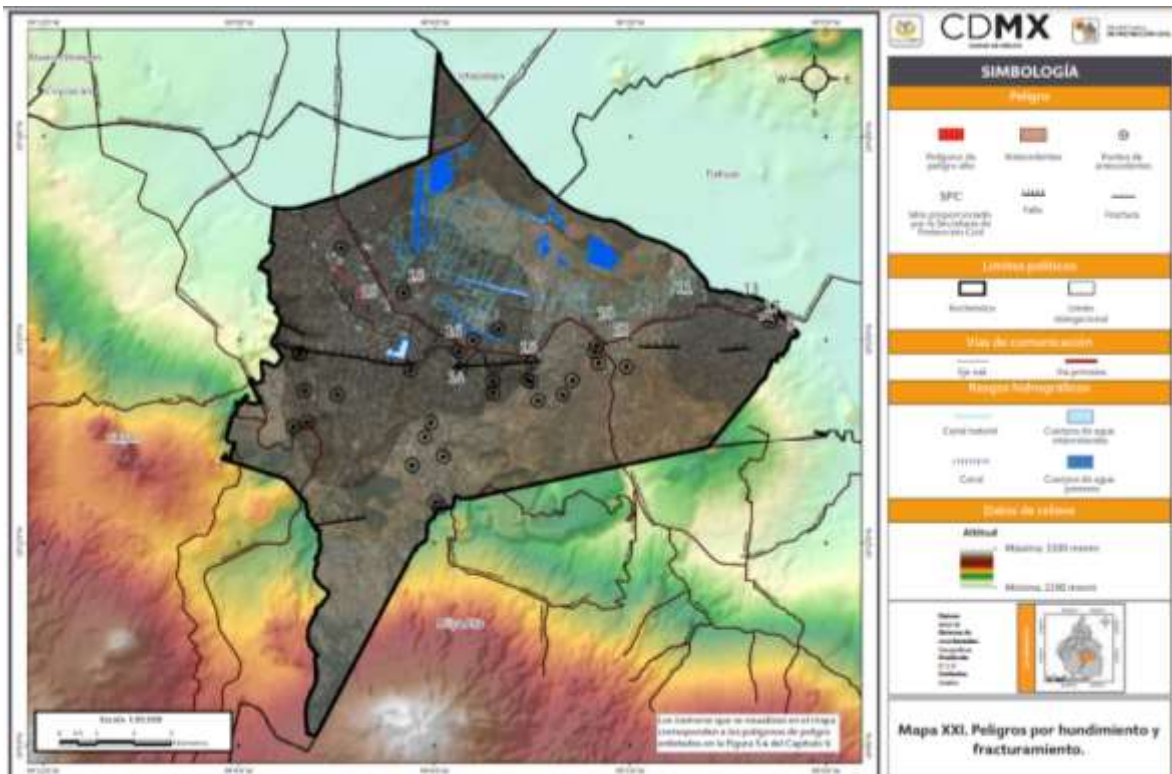


Figura 21: Mapa de peligros por hundimientos y fracturamiento (Atlas de peligros y riesgos de la CDMX, 2014)

Procesos antrópicos como la construcción de viviendas en zonas con pendientes superiores a 40° de pendiente y la deforestación de estas zonas, incrementan el riesgo por desplazamiento de materiales generando caídas de rocas de grandes dimensiones, flujos de lodo, etc.

Las principales zonas de riesgo en la alcaldía Xochimilco se encuentran constituidas por:

- ❖ Tepetonco, Pueblo Santa Cecilia Tepetlapa

En la calle Tepetonco existe un afloramiento de basalto intemperizado. En dicho lugar las viviendas quedan expuestas al fenómeno de caída de roca, motivo por el cual se trazó un polígono de peligro con área de 21,031 m² y perímetro de 663 m. La población en vulnerabilidad social incluye 13 menores de edad, 15 mujeres y 13 hombres, sumando 41 personas en peligro alto, de los cuales 1 es discapacitado. Dicha población habita en 16 viviendas unifamiliares y 1 plurifamiliar. La información se obtuvo mediante la aplicación de encuestas al 47 % de los lotes. La mayoría de las viviendas se encuentran construidas en la parte baja de una ladera con una pendiente de 62° (200°

SE), en la cual la cobertura vegetal se encuentra disminuida, por lo que deja expuestos los bloques del afloramiento meteorizados, propiciando su caída sobre las viviendas.

❖ San Lucas Xochimanca, Pueblo San Lucas Xochimanca

En el área de estudio se identificó el fenómeno de derrumbe y se trazó un polígono con área de 1,616,533 m² y perímetro de 18,177 m. Las localidades que se encuentran dentro de este polígono son Tésmic, San Andrés Ahuayucan, La Herradura de Huitepec, Taltepetla, Ixcuicuilco, Pepelaxtla, Tecuanatla, Tecacalango, Parada del Conejo, San Lorenzo Atemoaya, Santa Inés, Mirador 1.a y 2.a Sección, Quirino Mendoza y San Mateo Xalpa. La litología del lugar se compone de basalto y suelos limo – arcillosos; las pendientes van de los 35° a los 66° , donde la dirección de las pendientes va desde los 200° al SW hasta los 160° al SE. En este polígono se observa el peligro únicamente en la zona de laderas, ya que en la cima son zonas planas donde el relieve no es abrupto. Las calles en estas localidades se encuentran en pendientes pronunciadas, por lo que en temporada de lluvias se tienen escorrentías considerables. Con respecto a la vulnerabilidad: se identificaron 1,179 lotes altamente vulnerables, mientras que el número de personas expuestas es 7,225; de estas, 2,074 son mujeres, 2,199 hombres, 2,484 menores de edad y 468 adultos mayores. Del total, 225 personas son discapacitados. La mayor parte de la población habita la parte alta del cerro, mientras que las faldas y la parte plana se emplean como zonas de cultivo. En esta zona se observa una construcción asentada sobre un muro de mampostería sin mortero. Este tipo de sistema constructivo es frecuente en el lugar.

❖ Tecacalanco en Pueblo San Gregorio, Santa Cruz Acalpixca y Santa María Nativitas

Este polígono abarca las localidades de Tecacalanco, 3 de Mayo, Tepeyeca, Tizilingo, Tehuixtitla, San José Obrero, Avenida del Campo, Atlaxco, Tecanco, Tetepili, Ampliación Las Peñitas, Alcanfores, Los Cipreses, Tejomulco El Alto, San Martín Caballero, San Juan Minas, Cuatepec, Las Cruces Tlacocho, Coayuca, Ixotitla y Barrio Cristo Rey. Los peligros identificados son caídas de rocas, derrumbe y flujo de lodo que abarcan un área de 3,266,648 m² y perímetro de 13,536 m. La litología del lugar consta de rocas basálticas donde los bloques son de hasta 4 m de diámetro; sin embargo, en el lugar se observa un sistema de fracturas en el macizo sobre el cual se ubica Tehuixtitla. En el lugar, las pendientes varían de 40° a 90°, y la dirección de las mismas va desde los 290° al NW hasta los 110° al SE. Dentro de este polígono se tienen dos sitios con riesgo, Ixotitla y Alcanfores, reportados por

la SPC (2014). En Ixotitla la vulnerabilidad física es de 154 lotes habitacionales; la población en vulnerabilidad alta es de 128 niños, 20 adultos mayores, 115 mujeres y 99 hombres formando un total de 362 personas, de las cuales 4 son discapacitados. En la localidad de Alcanfores la vulnerabilidad física es de 36 lotes habitacionales; la estructura poblacional que se encuentra en vulnerabilidad alta es de 52 niños, 5 adultos mayores, 39 mujeres y 35 hombres formando un total de 131 personas, de las cuales 8 son discapacitados.

La vulnerabilidad física en este polígono comprende 1,932 viviendas. Por otra parte, según el INEGI 9,665 personas viven en riesgo: 2,972 son menores, 506 adultos mayores, 3,347 mujeres y 2,840 hombres.

❖ Moyocalco Acoca en paraje Moyocalco y colonia Rinconada de Acoca

En las faldas del cerro Xochitepec se trazó un polígono en peligro por derrumbe y flujo de lodo que abarca las localidades de Moyocalco, Hacienda Santiago Texcanocholtitla y Acoca. Comprende un área de 869,157 m² y un perímetro de 3,910 m. Estas localidades se encuentran dentro de dos microcuencas formadas por el límite de un derrame del cuaternario. La litología del lugar se compone de basaltos. En el cerro de Xochitepec se encuentra un flujo de ignimbritas en la ladera norte. Las pendientes del polígono van desde los 20° hasta los 70°, donde la dirección de la máxima pendiente es de 190° al SE en Moyocalco y de 15° al NE, en Acoca. Mediante el levantamiento de encuestas de una muestra de 418 lotes, se obtuvieron datos para calcular una vulnerabilidad social que incluye 882 menores de edad, 209 adultos mayores, 885 mujeres y 764 hombres, con un total de 2,740 personas. Esta población habita 416 viviendas unifamiliares y 2 plurifamiliares. Actualmente el cerro de Xochitepec conserva vegetación nativa, por lo que los derrumbes se producen sólo al pie de la ladera, donde las personas realizan construcciones.

❖ Cerro Tezontitla, Pueblo Santa Cecilia Tepetlapa

En el cerro Tezontitla se identificó el peligro por caída de roca y derrumbe, por lo cual se trazó un polígono de peligro que tiene área de 1, 351,641 m² y perímetro de 9,306 m. La litología del lugar comprende bloques de rocas basálticas en un suelo arcillo-limoso deleznable. Dentro del polígono se encuentran las localidades Bosques de la Paz, Tototitla Ciprés, Rinconada del Teoca, Ampliación Tochuca, Cerro Tezontitla. Dentro de este polígono se tiene un sitio con riesgo que tiene el mismo nombre (Tezontitla), reportado por la SPC (2014). En este sitio la vulnerabilidad física es de 56 lotes

habitacionales; la población en vulnerabilidad alta es de 46 niños, 4 adultos mayores, 38 mujeres y 51 hombres formando un total de 139 personas, de las cuales 3 son discapacitados. La vulnerabilidad social se calculó por medio de datos obtenidos del INEGI (2012), englobando un total de 592 mujeres, 605 hombres, 465 menores de edad y 116 adultos mayores; en suma, 1,778 personas (80 son discapacitados) que habitan 375 viviendas. Las condiciones naturales de la zona, la poca compactación del suelo, la inclinación de la ladera (56° en dirección 340° al NW) y la presencia de huecos entre los bloques de basalto ocasionan que el material se diluya con el paso del agua, y propician la inestabilidad de la ladera que se acentúa al realizar cortes para construcciones de viviendas. Existen algunas obras de mitigación, sin embargo se ven rebasadas por la intensidad del derrumbe.

❖ Xochitenco, Pueblo Santiago Tepalcatlalpan

En este polígono se identificó peligro por derrumbe. El suelo está compuesto de materiales limo – arcilloso fácilmente deleznable, siendo un lugar en el cual no son propicios los asentamientos humanos, por lo que se trazó un polígono de peligro que tiene área de 45,545 m² y perímetro de 1,023 m. A partir de encuestas realizadas en campo al 29% de las viviendas, se obtuvo una vulnerabilidad física de 28 viviendas habitadas por 34 personas: 9 menores de edad, 2 adultos mayores, 12 mujeres y 11 hombres. El peligro en este polígono se debe principalmente a los cortes realizados en el terreno para la construcción de viviendas o la implementación de caminos, acelerando procesos de remoción en masa (derrumbe). Varias viviendas se encuentran altamente vulnerables ante este peligro. En la localidad, la mayoría de las viviendas se encuentran construidas sobre mampostería sin mortero, lo cual aumenta la vulnerabilidad de las mismas y de sus habitantes ante un derrumbe.

❖ Ampliación Nativitas La Joya, Pueblo Santa María Nativitas

En este sitio se identificó peligro por caída de roca, flujo de lodo y derrumbe, por lo cual se trazó un polígono de peligro con área de 636,323 m² y perímetro de 7,316 m. Comprende las localidades de La Joya de Vargas, Ampliación La Joya Nativitas y Nativitas La Joya. Los bloques de basalto que se encuentran en el área llegan a ser de hasta 15.4 m de diámetro. Han llegado a afectar viviendas en la parte oeste del cerro Tlacualleli en la comunidad de Ampliación La Joya Nativitas. Las pendientes van de los 47° a los 72° en dirección desde los 315° al NW hasta los 245° al SW. La vulnerabilidad

física dentro del perímetro de peligro incluye 863 viviendas unifamiliares habitadas según el INEGI por 1,430 mujeres, 1,368 hombres, 1,298 niños y 190 adultos mayores. En total son 4,286 personas, de las cuales 102 son discapacitadas. Se observa en la zona un conjunto de rocas basálticas fracturadas a una altura de 20 m con dimensiones de hasta 10 m, de diámetro aproximadamente, en la parte posterior de una vivienda. Asimismo, se nota la inclinación de algunos árboles, lo que evidencia la inestabilidad de la ladera.

❖ Santiago Tulyehualco, Pueblo Santiago Tulyehualco

En Santiago Tulyehualco se identificó una zona de fracturamiento por movimientos diferenciales en las calles de José María Pino Suárez, avenida División del Norte, Belisario Domínguez, Nicolás Bravo, Francisco I. Madero, Diagonal Francisco I. Madero, Josefa Ortiz de Domínguez, Ignacio Zaragoza y Niños Héroes. En esta zona según el INEGI habitan 200 personas, de las cuales: 47 mujeres, 49 hombres, 70 menores de edad y 34 adultos mayores, repartidas en 52 viviendas. Debido a las condiciones del subsuelo en el que predominan limos y arcillas, la zona presenta problemas de fracturamiento en las viviendas, donde se observan separaciones entre ellas de hasta 20 cm. Se hallan, además, fisuras en bardas y techos de las mismas. Sobre la calle Belisario Domínguez se observa fracturamiento en paredes y bardas, además de separaciones entre edificios en forma de «V» de hasta 12 cm, y desprendimiento de 1 a 3 cm de las viviendas con respecto a la calle. En la avenida La Paz se encuentran varias viviendas con fracturas en paredes y techos, así como fracturas sobre la calle. Sobre la calle Nicolás Bravo se observan varias viviendas con separaciones entre viviendas en forma de «V» de hasta 13cm, fracturas en banquetas y calles, así como algunas viviendas con desplazamientos laterales entre sus paredes.

❖ San Gregorio Atlapulco, Pueblo San Gregorio Atlapulco

En el centro de San Gregorio se identificó el peligro por fracturamiento. El polígono comprende una vulnerabilidad de 41 viviendas habitadas por 165 personas. La estructura poblacional se compone de 65 mujeres, 60 hombres, 24 niños y 16 adultos mayores, entre los que se encuentran 4 discapacitados (vulnerabilidad social calculada a partir de datos del INEGI, 2012); por otra parte, la vulnerabilidad física se obtuvo georreferenciando las viviendas en campo. El suelo de la zona se compone de sedimentos limo – arcillosos con bajo contenido de arenas. Esto provoca que el peso de las construcciones sea un factor dominante en el fracturamiento de la zona. Sobre la calle

Belisario Domínguez se encuentran fracturas relacionadas al drenaje en viviendas; éstas se observan en paredes y pisos, de manera oblicua a los edificios. En la avenida México se encuentra una zona de viviendas con fracturamiento de pisos, paredes y techo donde la separación entre viviendas oscila entre los 4 y 12 cm. El fenómeno afecta también a la iglesia ubicada en la calle Insurgentes, presentando fracturas en paredes, pisos y techos, además de verse afectada la infraestructura urbana.

❖ San Luis Tlaxialtemalco, Pueblo San Luis Tlaxialtemalco

La litología del lugar se compone de sedimentos limo – arcillosos debido a la cercanía con el Canal Nacional, lo que lo hace un suelo con poca resistencia a la compactación, ocasionando los fracturamientos. En el área se encuentran 58 viviendas con daños, en las que habitan 242 personas de las cuales: 70 son mujeres; 74 hombres; 66 niños y 32 adultos mayores. Las principales calles afectadas en este polígono son Año de Juárez, Agricultor, Tulipán, Cuauhtémoc, Horticultor, Floricultor y 16 de Septiembre. Sobre la calle Cuauhtémoc se tienen fracturas oblicuas desde la parte superior a lo largo de las paredes de las viviendas, donde la separación entre las construcciones oscila entre 3 y 10 cm. Existe también pérdida de material en varias de las viviendas. En la calle Floricultor es posible observar separaciones en las viviendas de hasta 12 cm y desprendimiento de material de la barda, por su parte en la calle Agricultor algunas de las viviendas presentan alto grado de fracturamiento.

❖ Tepeyac, Pueblo San Gregorio Atlapulco

A partir del recorrido realizado en la zona, se encontró peligro por fracturamiento, por lo que se identificó una vulnerabilidad física de 41 lotes en zona de peligro. En dichos lotes habitan 178 personas, entre las que se encuentran 51 hombres, 54 mujeres, 63 niños y 10 adultos mayores (vulnerabilidad social calculada a partir de información del INEGI, 2012). La colonia El Carmen se encuentra justo en la zona de transición entre las partes altas del pueblo San Gregorio Atlapulco y la zona plana, por lo que este cambio en el relieve, aunado al problema de drenaje, provoca fracturamiento en calles y viviendas, principalmente en la avenida Cuauhtémoc y las calles Tepeyac y Morelos. En la calle Tepeyac se encontraron viviendas con separaciones en forma de «V», de entre 2 y 7 cm; además de fracturas y fisuras en paredes, pisos y techo. Sobre la avenida Cuauhtémoc se identificó un fracturamiento alineado al drenaje de 29.3 m de largo. Las viviendas en ambos lados

de la calle se encuentran fracturadas y se observan separaciones considerables entre ellas. Las calles, asimismo, sufren desniveles debido a la topografía del sitio. Sobre la calle Tepeyac se tiene una inclinación de 10° respecto a la horizontal, donde las viviendas resultan afectadas por los asentamientos diferenciales, y se tienen separaciones de 2 a 4 cm del inmueble respecto al asfalto.

❖ Colonia Las Ánimas, Pueblo Santiago Tulyehualco

El área de estudio se encuentra ubicada en la colonia Las Ánimas. Tras el recorrido se identificó peligro por hundimiento y fracturamiento. El hundimiento se aprecia mejor a lo largo de la calle Francisco Villa, en la cual las viviendas han sido afectadas, ya que el suelo de la zona es arcillo – limoso, dada su cercanía con el Canal Nacional. El flanco derecho tiene una dirección de 165° al SE y no posee inclinación; el flanco izquierdo tiene una dirección de 320° al NW; sobre la 2.a Cerrada de Francisco Villa se aprecia una estructura en la cual el flanco derecho tiene una dirección de 130° al SE y el flanco izquierdo tiene una dirección 165° al SE; ambos flancos no presentan inclinación. En peligro alto se identificaron 52 viviendas con 205 habitantes. Las personas optan por rellenar el canal y sus alrededores con cascajo, lo que provoca inestabilidad de la zona ocasionando movimientos diferenciales. En la colonia Las Ánimas las fracturas asociadas al hundimiento están alineadas al drenaje, tienen una dimensión y profundidad considerable, lo que lo hace un peligro para poblar esta zona, por la poca resistencia a la compactación del suelo.

❖ Santa María Nativitas, Pueblo Santa María Nativitas

En el centro de Santa María Nativitas se identificó peligro debido al fracturamiento. En dicha zona se encuentran afectados 25 lotes, entre ellos una escuela primaria con 600 alumnos. La vulnerabilidad social afectada en éste polígono suma 167 personas, de las cuales 48 son mujeres, 53 hombres, 28 menores de edad y 38 adultos mayores. Sobre la calle Miguel Hidalgo se tienen fracturas de dimensiones diversas, producto de asentamientos diferenciales, ocasionados por el reordenamiento de las arcillas que están sujetas a diversos cambios en la saturación del agua y presión litostática, así como a la topografía del sitio en la que se ve involucrada la zona de transición entre la ladera y la parte plana de la ciudad. Algunas incluso se prolongan entre las viviendas, otras afectan las bardas, los pisos y los techos de las viviendas; se observan también portones descuadrados y castillos fracturados. En las calles Miguel Hidalgo y Narciso Mendoza existen

viviendas con fracturas en paredes y pisos, en algunos casos es posible observar la separación lateral entre las bardas.

❖ Santa Cruz Acalpixca, Pueblo Santa Cruz Acalpixca

En el centro del pueblo se trazó un polígono de peligro por hundimiento y fracturamiento con un área de 414 m² y un perímetro de 298 m. Existen 68 lotes afectados en esta zona; entre los cuales existe una primaria con 1,000 alumnos, una iglesia y un mercado con capacidad de asistencia de 210 personas. La vulnerabilidad social alta suma 276 personas, de las cuales 86 son mujeres; 96 son hombres; 75, menores de edad; y 19, adultos mayores. Actualmente la estructura del hundimiento es visible sobre la calle Licenciado Pedro Benavides, en el que el flanco derecho tiene una dirección de 60° al NE con una inclinación de 3° al SE y un centímetro de desplazamiento vertical; mientras que el flanco izquierdo tiene una dirección de 50° al NE, pero no presenta inclinación. Sobre las calles Licenciado Pedro Benavides, 20 de Noviembre y 2 de Abril se encuentran las viviendas más afectadas por fracturas en paredes, techos y pisos. En las calles Licenciado Pedro Benavides y 2 de Abril se tienen varias viviendas con fracturas; las más dañadas presentan fracturas en paredes y techos, así como separación entre viviendas de hasta 7 cm. Sobre la calle Carrillo Puerto se aprecian viviendas con fracturas en las paredes; también se observan fracturas en banquetas y en el mercado de la localidad. Existe, además, una separación de 6 cm en forma de «V» en el interior de una vivienda; asimismo se observó el hundimiento de la iglesia.

❖ Embarcadero Zacapa, Pueblo San Jerónimo

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de los pueblos Santa María Nativitas y San Jerónimo, en donde se encontró peligro por fracturamiento y hundimiento con área de 13,066 m² y perímetro de 1,188 m. El hundimiento en el pueblo de San Jerónimo se presenta en la calle Colizandria – Ciprés; el flanco izquierdo tiene una dirección de 60° al NE, mientras que la dirección del flanco derecho es de 30° al NE y la distancia entre flancos es de 12.30 m. Sobre la calle Cuauhtémoc, el flanco izquierdo tiene una dirección de 50° al NE y el flanco derecho de 60° al NE, con una distancia entre flancos de 7.80 m. En la calle Manantiales el flanco izquierdo tiene una orientación de 70° al NE con una inclinación de 10° al SE, un desplazamiento vertical de 25 cm y una distancia entre flancos de 22.10 m; la dirección del flanco derecho es de 60° al NE y no presenta inclinación. Sobre la calle San Juan Manantiales, el flanco izquierdo presenta una dirección de 71° al NE y una inclinación de 15° al SE

en donde el desplazamiento vertical llega a los 30 cm; la distancia entre flancos es de 28.5 m, el flanco derecho tiene una dirección de 55° al NE con una inclinación de 5° al NW y un desplazamiento vertical de 14 cm. La vulnerabilidad social reportada en este polígono es de 341 personas (este dato se calculó a través del Inventario Nacional de Vivienda, 2012). Esta población habita en 72 viviendas. La estructura poblacional se compone por 87 mujeres, 97 hombres, 98 niños y 59 adultos mayores; de estas personas, 18 presentan alguna discapacidad. En la trayectoria de la estructura se pueden observar varios daños en las viviendas de las calles antes mencionadas. En la calle Cuauhtémoc se tienen identificados por lo menos 3 lotes donde está afectada directamente la estructura.

En la calle Cuauhtémoc, dos lotes son identificados dentro del polígono de peligro alto, debido a la magnitud de los daños, donde el hundimiento provoca desprendimiento de material de los castillos y fracturas en bardas. Del recorrido en la calle Canal 27 se observa que, a medida que se avanza hacia el embarcadero, la estructura comienza a notarse más sobre el adoquín. La calle San Juan Manantiales se encuentra en los límites con los canales del Embarcadero Zacapa; su uso es casi exclusivamente local, por lo que es poco transitada. El hundimiento en el pueblo Santa María Nativitas se manifiesta claramente en la avenida Francisco Goitia, cercano al Embarcadero Zacapa. El flanco izquierdo presenta una dirección de 30° al NE, tiene una inclinación de 10° al SE y un desnivel de 7 cm; el flanco derecho presenta una dirección de 40° al NE con una inclinación de 30° al NW y un desnivel de 5 cm. En la avenida Francisco Goitia se tienen varias fracturas perpendiculares, mientras que en la barda sur las fracturas son oblicuas.

❖ Colonia Guadalupe, Pueblo Santiago Tulyehualco

En la colonia Guadalupe se identificó peligro por fracturamiento y hundimiento, principalmente en las calles de Francisco I. Madero y el callejón Aquiles Serdán; se observan bardas y mampostería fracturada. El polígono cuenta con área de 762 m² y perímetro de 225 m. En el sitio con riesgo Guadalupe (proporcionado por la SPC, 2014) se encuentran 45 viviendas con 138 habitantes. La estructura poblacional es la siguiente: 30 menores de edad, 13 adultos mayores, 50 mujeres y 45 hombres. Del total, 3 son discapacitados. Debido a que el relieve de la localidad cambia de una zona de ladera a una plana, se tienen fracturamientos ocasionados por el relleno inadecuado que emplean las personas al construir sus viviendas en la parte baja de la loma, lo que ocasiona inestabilidad y se refleja en el fracturamiento de las viviendas que tienen el mismo sistema constructivo. Sobre la avenida Aquiles Serdán no se aprecian daños considerables en los inmuebles

que, en su mayoría, son comercios. En el callejón Aquiles Serdán se observan fracturas y fisuras en paredes, piso y techos, así como calles fracturadas. Una de las vialidades más afectadas es el callejón Aquiles Serdán en el cual tanto viviendas como el pavimento presentan fracturamiento.

❖ San Antonio, Barrio San Antonio

Se identificó peligro por fracturamiento, ubicando 28 viviendas con daños; 170 habitantes, de los cuales 63 son mujeres, 45 hombres, 31 menores de edad y 31 adultos mayores. El área de estudio se encuentra sobre material limo arcilloso, donde las viviendas se encuentran fracturadas por la plasticidad de las arcillas donde el fracturamiento se rige por el peso de las construcciones; de esta manera, mientras más pesada resulta la estructura mayor será el fracturamiento. Las calles más afectadas son Chilalpa, Matamoros y la Avenida Margarita Maza de Juárez. Sobre la calle Chilalpa se tienen fracturamientos sobre toda la cerrada en la que se encuentra la iglesia de San Antonio. En las viviendas se encuentran fracturas oblicuas y alineadas a las bardas donde se tienen separaciones entre viviendas de hasta 15 cm en la parte superior. Sobre la calle Matamoros se encuentran viviendas que tienen bardas con inclinación hacia la calle y separación entre las viviendas de 4 a 10 cm.

❖ Jardines del Sur, Xochimilco centro

En el recorrido realizado se identificó peligro por hundimiento en la zona centro de Xochimilco. La vulnerabilidad física de este polígono es de 106 lotes en peligro alto entre los que se encuentran un panteón y una primaria. Al menos 2,252 personas se encuentran expuestas a este peligro. El hundimiento se asocia en parte a problemas con el drenaje, pero en otras calles también se aprecia que éste puede deberse a otras condiciones, como a un probable paleocanal. En la Unidad Habitacional Jardines del Sur se encuentra una estructura bien definida a lo largo de varias manzanas, la cual aflora en las calles: 3, Vitrales, Mártires de Río Blanco, Gárgolas hasta llegar al Museo Dolores Olmedo en la intersección de las avenidas 20 de Noviembre y México. Sobre la calle Mártires de Río Blanco la estructura tiene un dirección de 18° al NE con una inclinación de 21° al SE en el flanco izquierdo, la banqueta presenta un desplazamiento vertical de 5 cm y una separación de 3 cm. Sobre la calle Mártires de Río Blanco se toma otro dato del flanco izquierdo de 14° al NE con una inclinación de 32° al SE; el flanco derecho presenta una orientación de 335° con inclinación de 21° al SW y un desnivel de 8 cm; la distancia entre flancos es de 3.05 m. En la calle Vitrales la

estructura cambia de dirección a 332° al NW con una inclinación de 2° al NE, un desnivel de 1 cm en su flanco izquierdo y una distancia entre flancos de 3.65 m; el flanco derecho tiene 335° de dirección con una inclinación de 7° al SE con un desnivel de 3 cm.

La estructura continúa en la Calle 3 con una dirección de 325° al NW en el flanco derecho, 320° al NW en el flanco izquierdo y una distancia entre flancos de 7.32 m. En la intersección de la avenida Guadalupe Ramírez y 20 de Noviembre se observa la estructura con dirección del flanco izquierdo a 30° al NE sin inclinación aparente, el flanco derecho con dirección 20° al NE; distancia entre flancos de 5 m. Sobre la avenida México se tiene un hundimiento asociado a drenaje. El flanco izquierdo tiene una dirección de 285° al NW con una inclinación de 10° al NE y un desnivel de 5 cm; mientras que el flanco derecho tiene una dirección 110° al SE con una inclinación de 2° al SW. Este fenómeno afecta diversas construcciones, entre ellas el Museo Dolores Olmedo y el Centro de Capacitación. A lo largo de la estructura se registró evidencia de varias viviendas afectadas, donde el fracturamiento es predominante en las paredes; asimismo se encontró que la separación entre las viviendas puede ser de manera triangular o en forma de “V”; el daño es causado, ya que el drenaje corre debajo de todo el conjunto habitacional. En la intersección de la avenida Guadalupe Ramírez y 20 de Noviembre se observa la estructura con dirección del flanco izquierdo a 30° al NE sin inclinación aparente, el flanco derecho con dirección 20° al NE; distancia entre flancos de 5m. (Sistema de Administración Documental, 2014)

5.2 Rutas

Parte esencial de la toma de decisiones de un proyecto de esta índole son las rutas de traslado, estas pueden generar que un CIREC tenga éxito en la generación de flujo de efectivo y el desplazamiento del balance de materia.

Con la finalidad de realizar un análisis, contrastando las principales rutas, se puede usar la herramienta *Google Maps*, identificando tiempos de traslado y distancias como se muestra a continuación.

5.2.1 Propuesta Milpa Alta

A pesar de ser una de las alcaldías junto con Tlalpan que se encuentran más al sur de la Ciudad de México, el polígono seleccionado en esta área tiene la ventaja de encontrarse en medio de las alcaldías Tlalpan, Xochimilco y Tláhuac y estar cerca del centro de la alcaldía Milpa Alta por lo que a

continuación se analizan las distancias y tiempos encontradas al centro de las cinco alcaldías del sur de la CDMX.

Tláhuac

Rutas del polígono Milpa Alta al centro de Tláhuac en dirección de entrada y salida del CIREC.

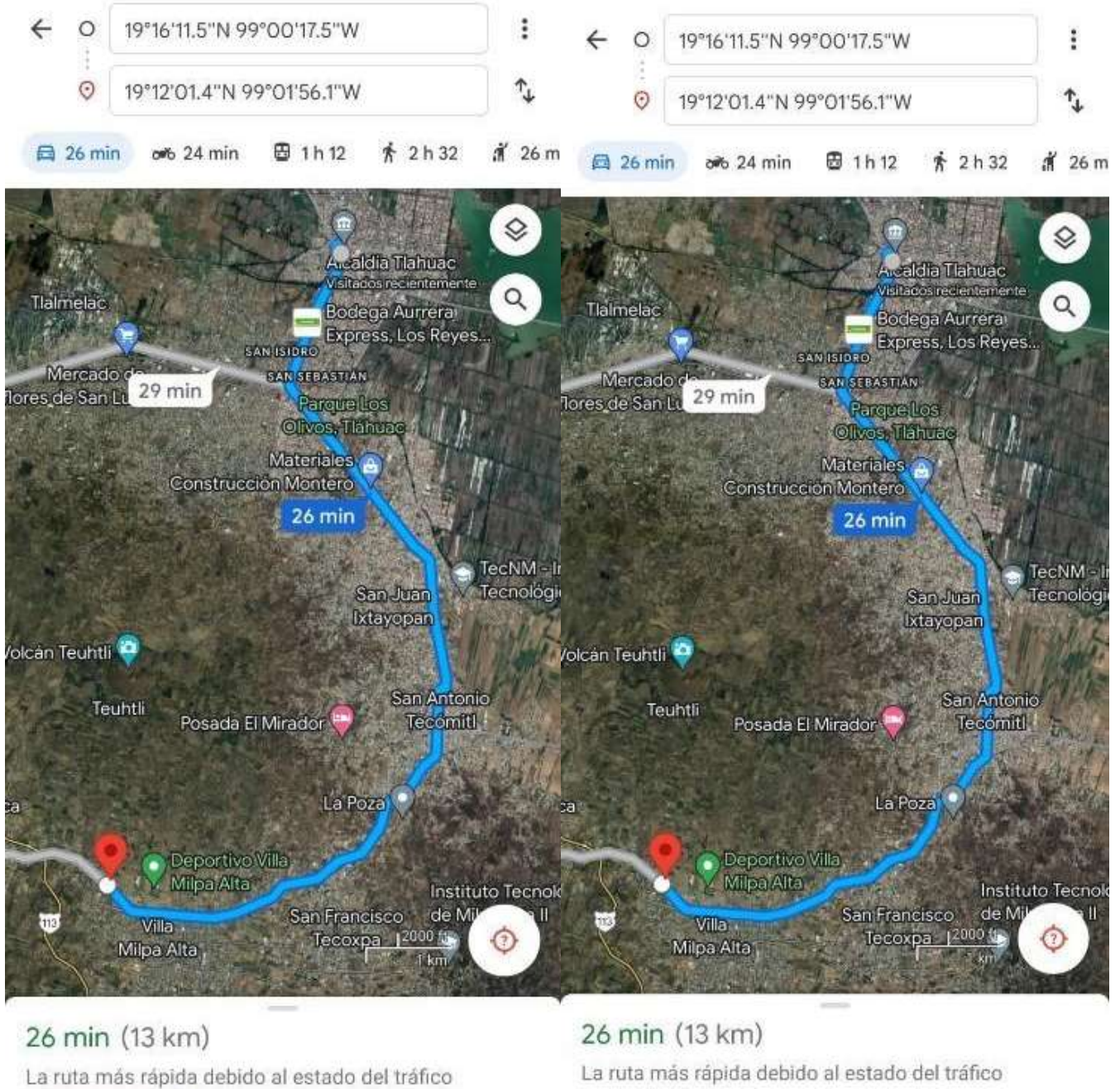


Figura 22: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Tláhuac (Google maps, 2022)

Figura 23: Tiempo de ruta y distancia Tláhuac a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 26 minutos y una distancia de 13 kilómetros.

Milpa Alta

Rutas del polígono Milpa Alta al centro de la misma alcaldía en dirección de entrada y salida del CIREC.

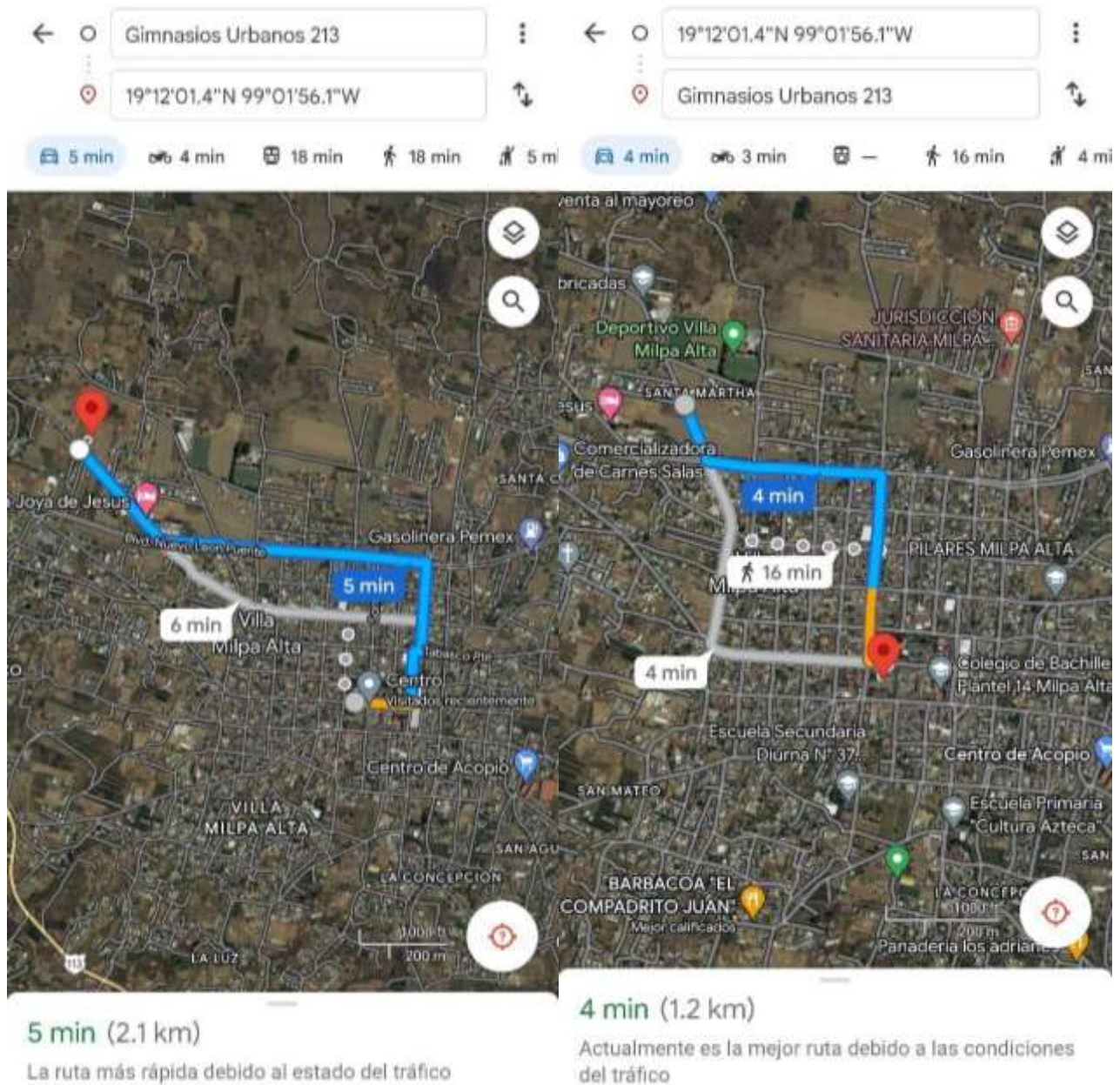


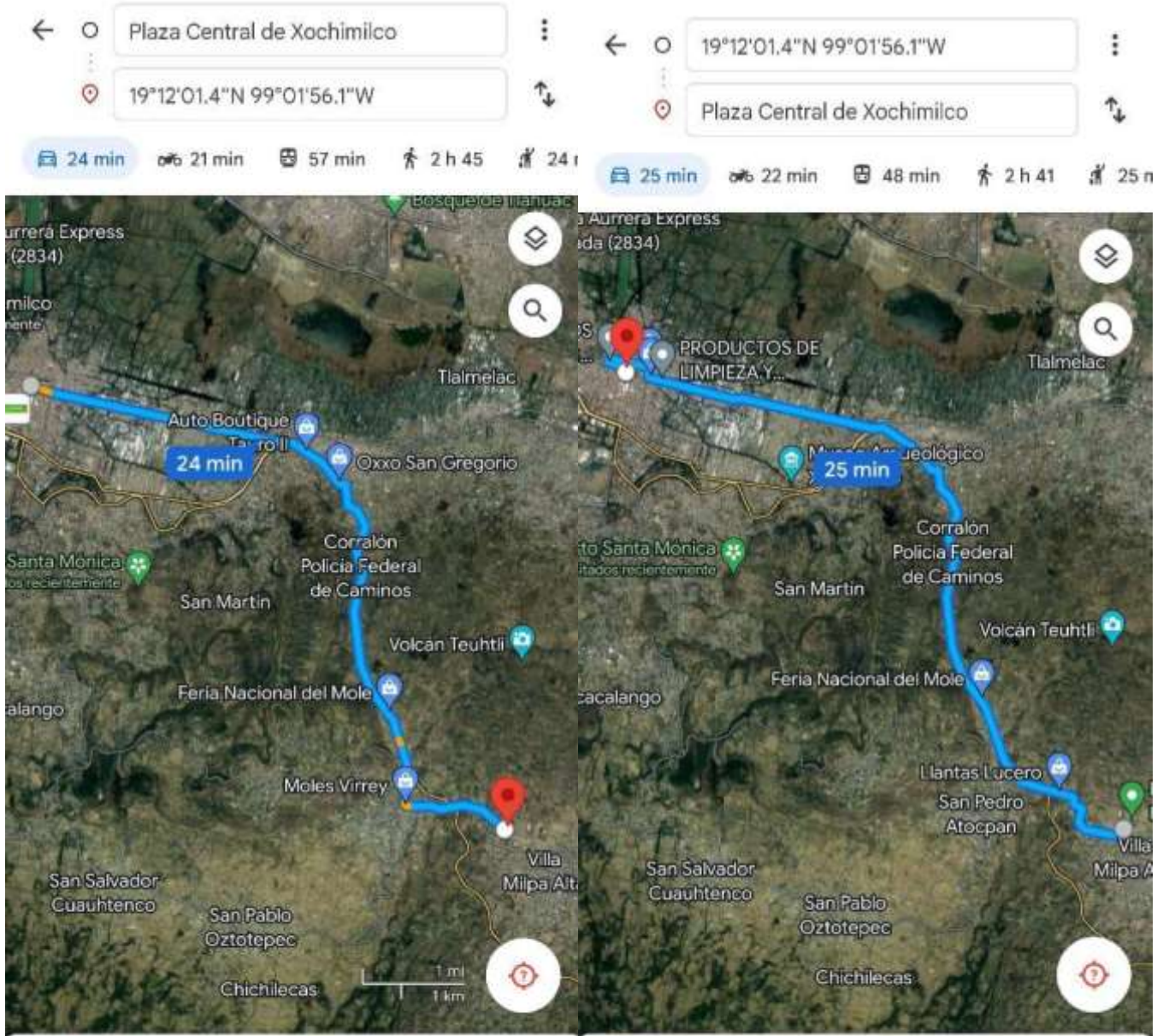
Figura 24: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Polígono (Google maps, 2022)

Figura 25: Tiempo de ruta y distancia Polígono a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 4.5 minutos y una distancia promedio de 1.65 kilómetros.

Xochimilco

Rutas del polígono Milpa Alta al centro de Xochimilco en dirección de entrada y salida del CIREC.



24 min (13 km)

La ruta más rápida debido al estado del tráfico

25 min (14 km)

La ruta más rápida en estos momentos debido al estado del tráfico (aunque están empeorando)

Figura 26: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Figura 27: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Xochimilco (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 24.5 minutos y una distancia promedio de 13.5 kilómetros.

Tlalpan

Rutas del polígono Milpa Alta al centro de Tlalpan en dirección de entrada y salida del CIREC.

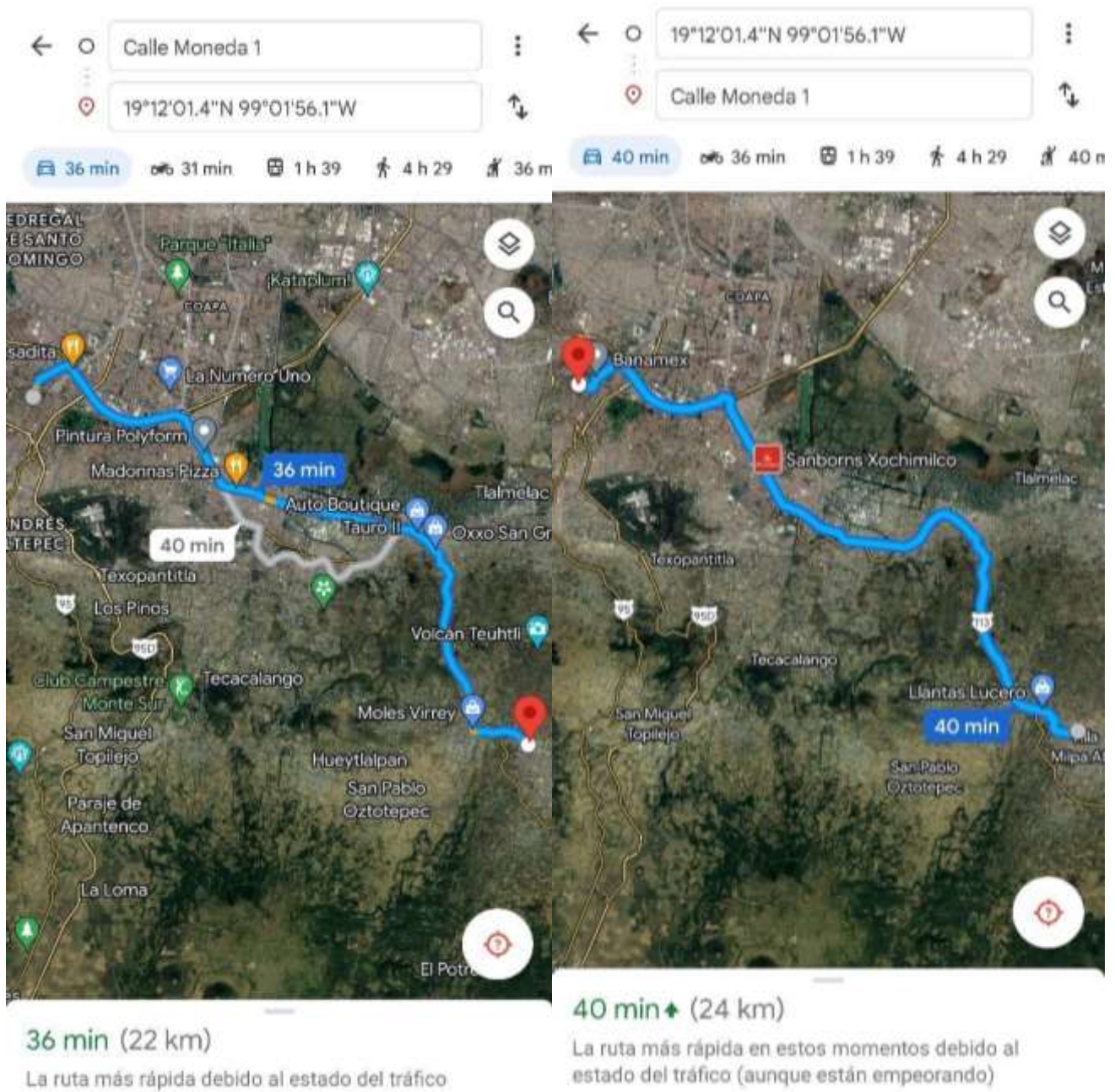


Figura 28: Tiempo de ruta y distancia Tlalpan a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Figura 29: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Tlalpan (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 38 minutos y una distancia promedio de 23 kilómetros.

Coyoacán

Rutas del polígono Milpa Alta al centro de Coyoacán en dirección de entrada y salida del CIREC.

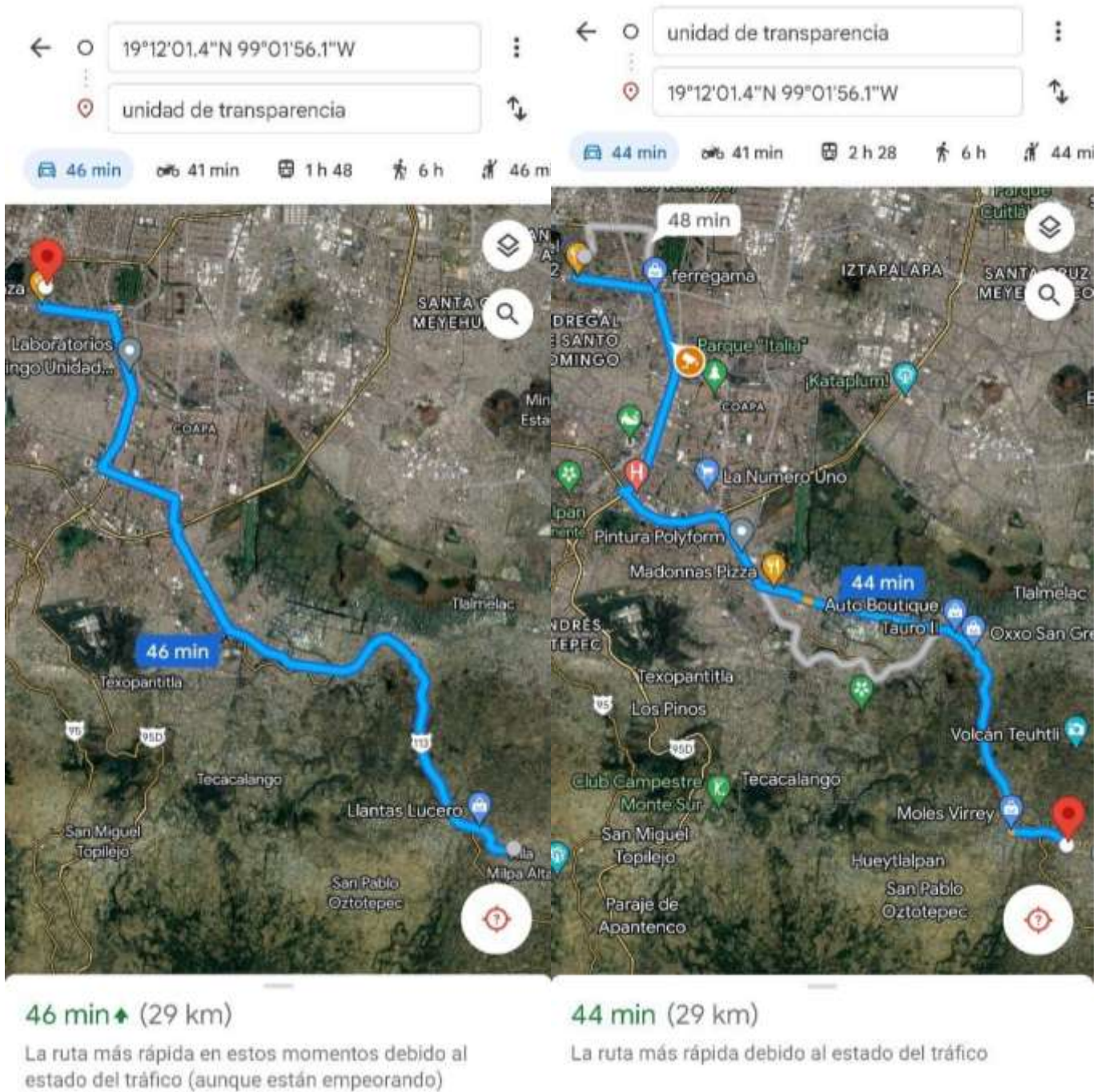


Figura 30: Tiempo de ruta y distancia Coyoacán a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Figura 31: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Coyoacán (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 45 minutos y una distancia de 29 kilómetros.

5.2.2 Propuesta Xochimilco

El polígono propuesto para la alcaldía Xochimilco presenta la desventaja de encontrarse relativamente retirado del mismo centro de la alcaldía en relación al polígono de Milpa Alta y el centro de la misma alcaldía y a pesar de tener la ventaja de que la alcaldía Xochimilco se encuentra justo al centro de las cinco alcaldías el tiempo de traslado es relativamente similar al promedio total presentado en la propuesta del polígono de Milpa Alta.

Tláhuac

Rutas del polígono Xochimilco al centro de Tláhuac en dirección de entrada y salida del CIREC.

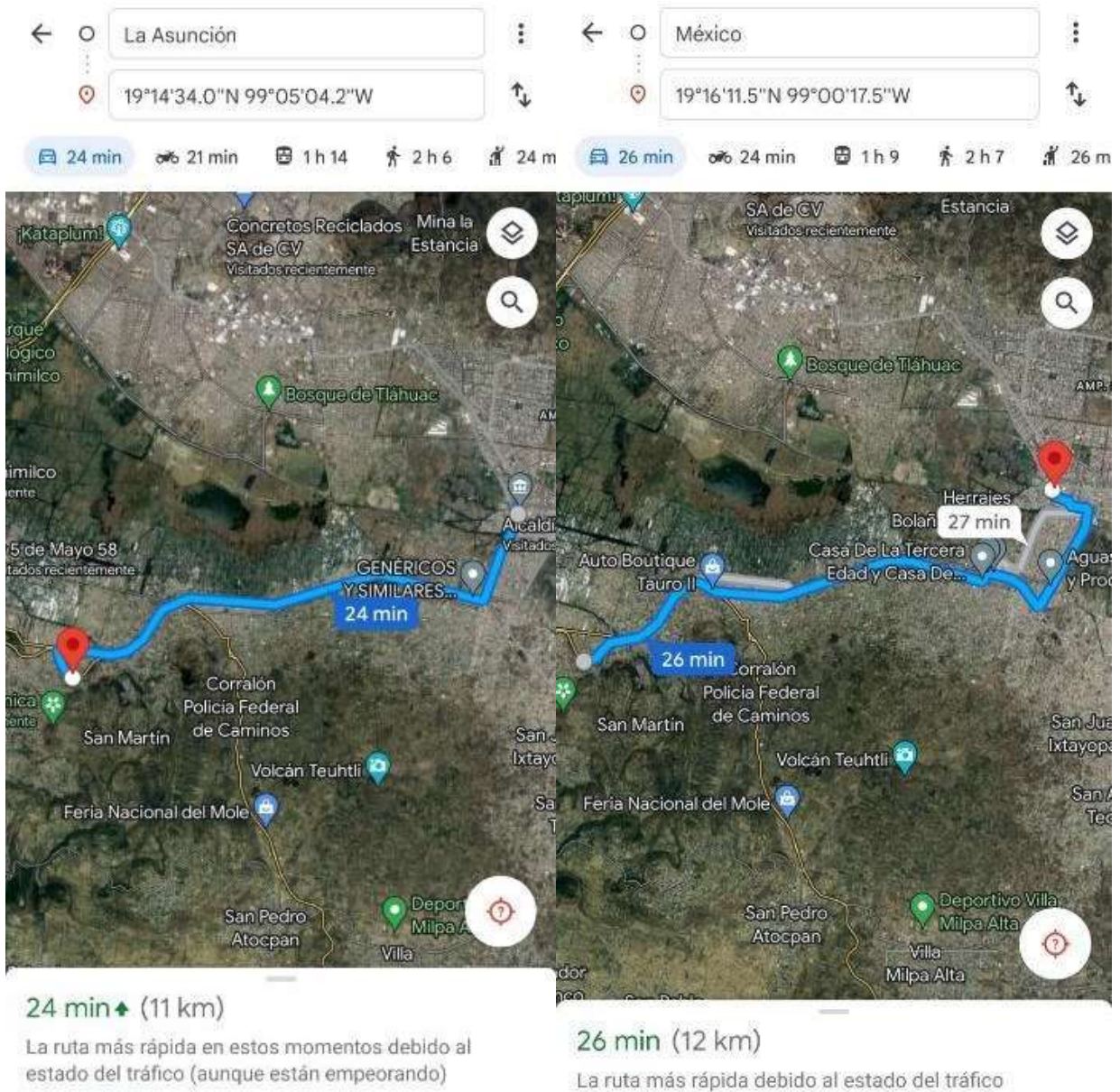


Figura 32: Tiempo de ruta y distancia Tláhuac a Xochimilco (Google maps, 2022)

Figura 33: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Tláhuac (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 25 minutos y una distancia promedio de 11.5 kilómetros.

Milpa Alta

Rutas del polígono Xochimilco al centro de Milpa Alta en dirección de entrada y salida del CIREC.

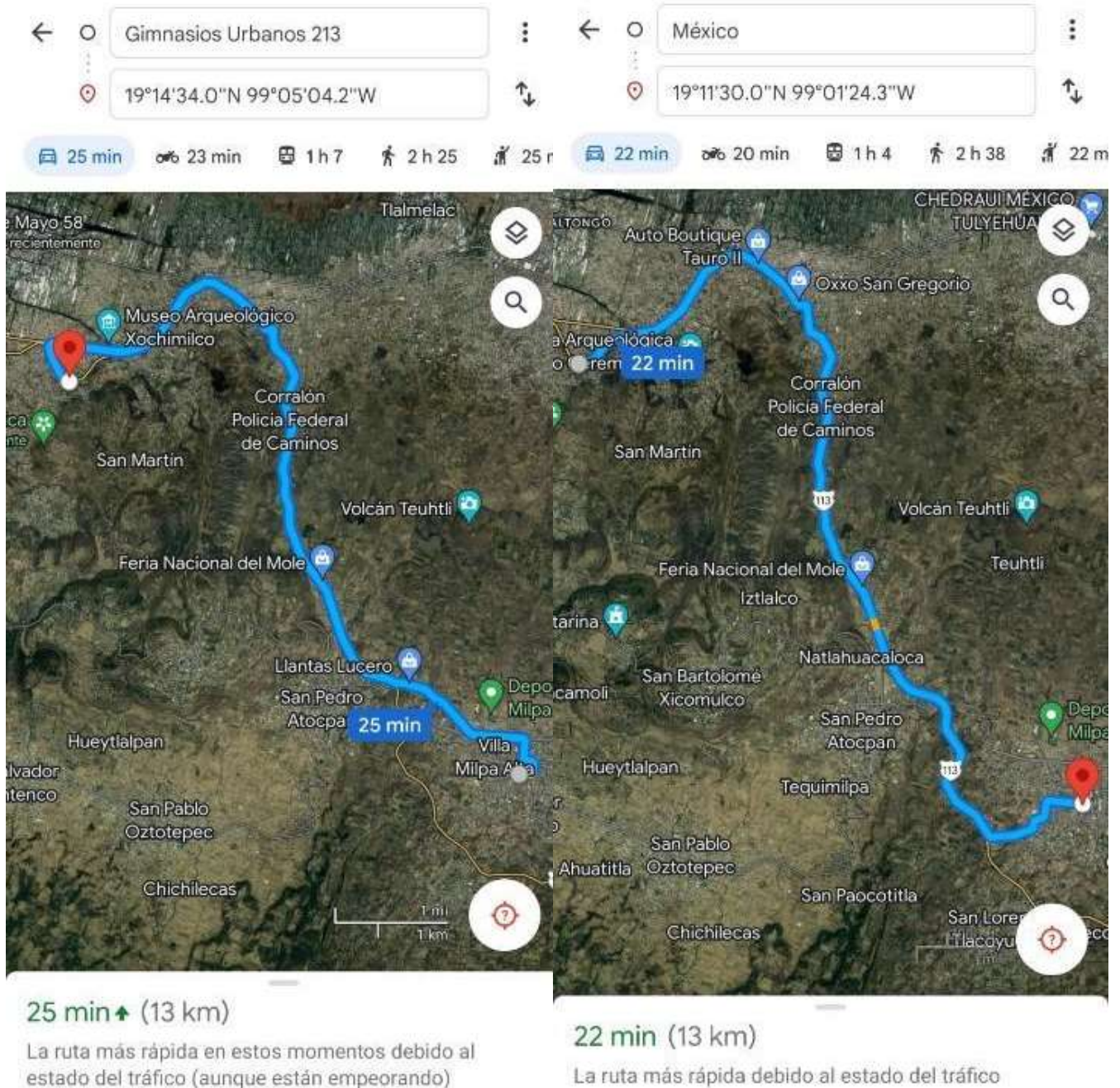


Figura 34: Tiempo de ruta y distancia Milpa Alta a Xochimilco (Google maps, 2022)

Figura 35: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Milpa Alta (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 23.5 minutos y una distancia de 13 kilómetros.

Xochimilco

Rutas del polígono Xochimilco al centro de la misma alcaldía en dirección de entrada y salida del CIREC.

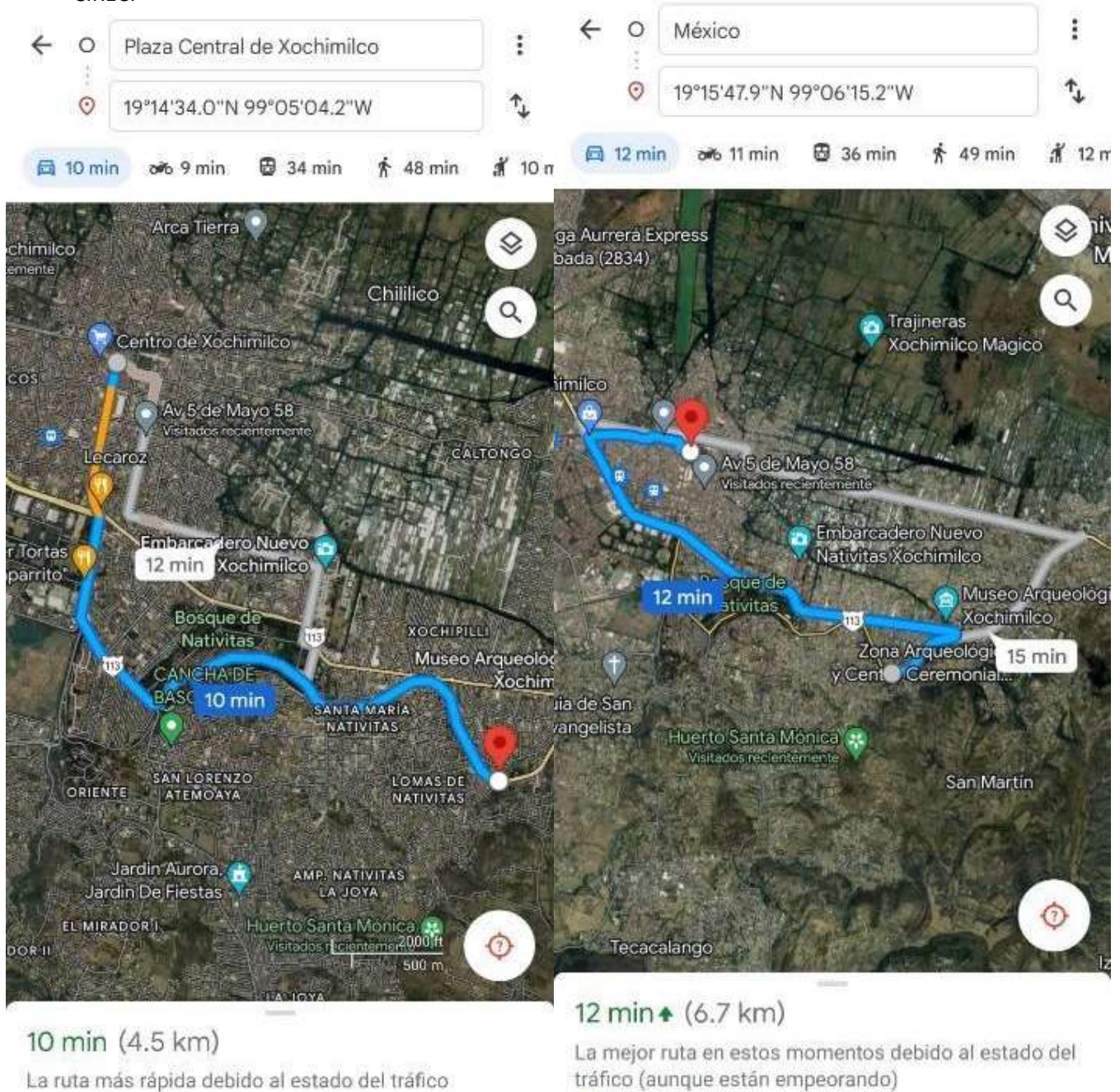


Figura 36: Tiempo de ruta y distancia Polígono a Xochimilco (Google maps, 2022)

Figura 37: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Polígono (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 11 minutos y una distancia promedio de 5.6 kilómetros.

Tlalpan

Rutas del polígono Xochimilco al centro de Tlalpan en dirección de entrada y salida del CIREC.

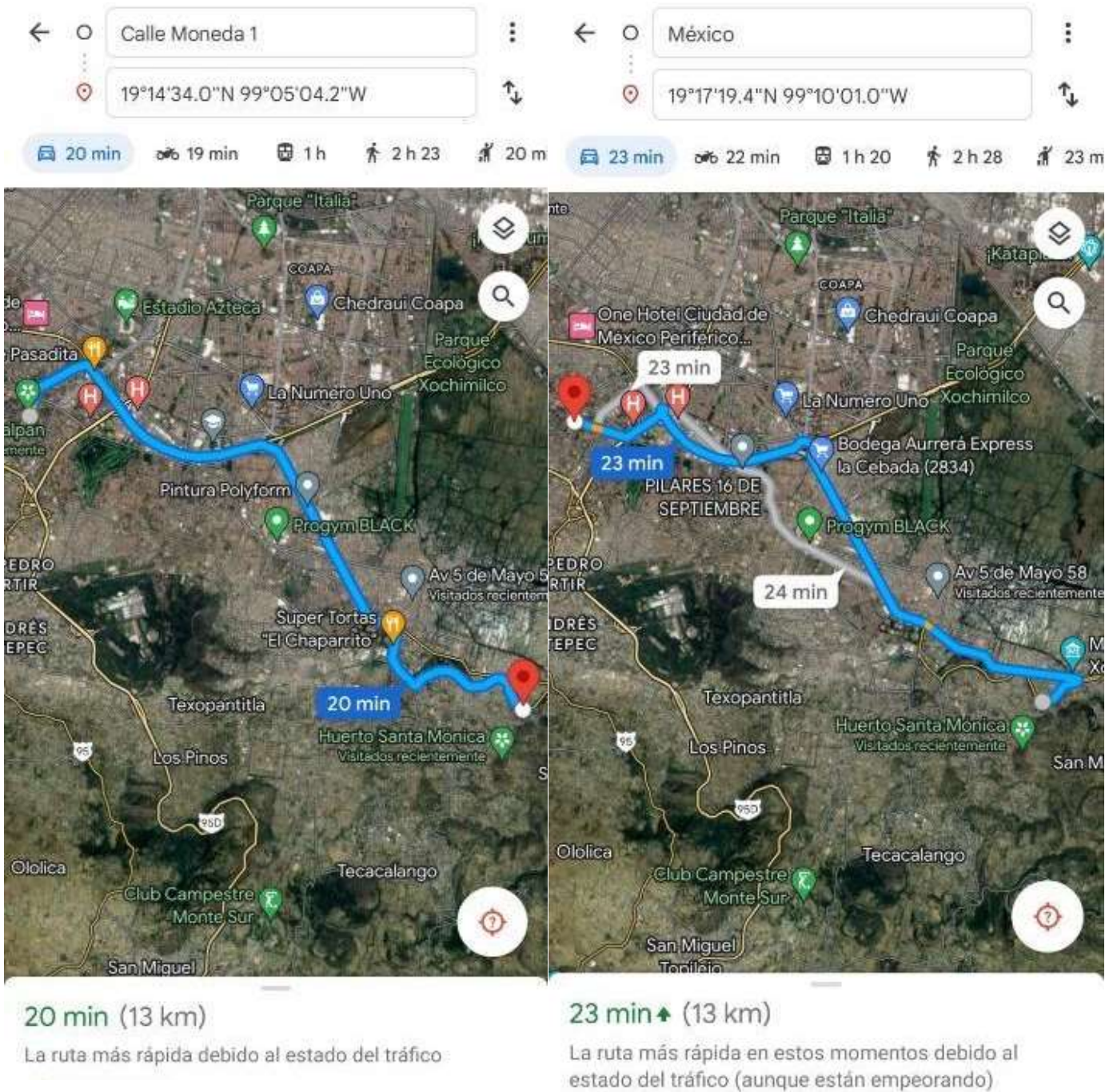


Figura 38: Tiempo de ruta y distancia Tlalpan a Xochimilco (Google maps, 2022)

Figura 39: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Tlalpan (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado promedio de 22 minutos y una distancia de 13 kilómetros.

Coyoacán

Rutas del polígono Xochimilco al centro de Coyoacán en dirección de entrada y salida del CIREC.

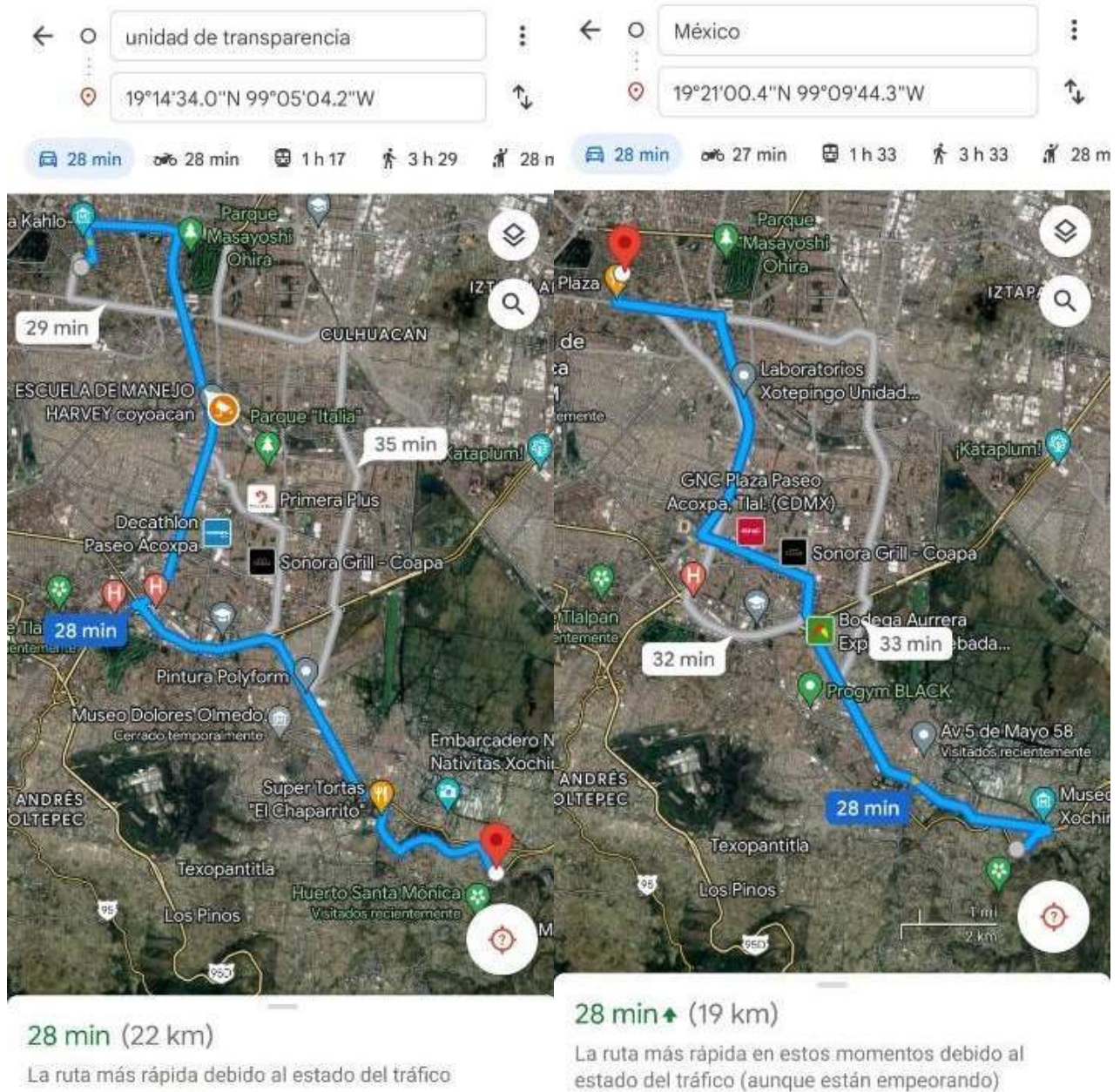


Figura 40: Tiempo de ruta y distancia Coyoacán a Xochimilco (Google maps, 2022)

Figura 41: Tiempo de ruta y distancia Xochimilco a Coyoacán (Google maps, 2022)

Se observa un tiempo de traslado de 28 minutos y una distancia promedio de 20.5 kilómetros.

Tiempos y distancias totales promedio

Xochimilco

Tiempo: 21.9 minutos

Distancia: 12.72 kilómetros

Milpa Alta

Tiempo: 27.6 minutos

Distancia: 16.03 kilómetros

Diferencia

Tiempo: 5.7 minutos

Distancia: 3.31 kilómetros

En cuanto a la eficiencia de desplazamiento observada en el promedio total de la alcaldía Xochimilco y la alcaldía Milpa Alta se puede observar una diferencia de tiempos de 5.7 minutos y distancia de 3.31 kilómetros, siendo uno de los factores a tomar en cuenta respecto a la distancia y tiempo de desplazamiento de grandes volúmenes de materiales favoreciendo al polígono de Xochimilco en cuanto a eficiencia.

5.2.3 Estudio de mercado de la zona sur de la CDMX

El estudio de mercado realizado para la zona sur de la CDMX fue diseñado con la finalidad de conocer el interés de la población sobre el uso de materiales reciclados en procesos constructivos de vivienda, así como conocer las ventajas y dificultades en la implantación de servicios y productos relacionados con los RCD en el mercado local.

Objetivos del estudio de mercado:

- ❖ Conocer el interés de la población por el uso de materiales reciclados en los procesos constructivos de vivienda.
- ❖ Estimar los principales canales de distribución.
- ❖ Identificar los principales competidores.
- ❖ Clasificar los principales consumidores de productos y servicios.
- ❖ Fijar un posible valor de algunos de los productos generados en el CIREC.

Desarrollo de cuestionario

Se planteó un cuestionario con la finalidad de conocer a grandes rasgos la opinión de la población respecto al uso de residuos de la construcción en sus viviendas, características actuales de su vivienda, disposición a conocer más información respecto al uso de residuos de la construcción y demolición, así como el pago por servicios de reciclaje de RCD.

El cuestionario se desarrolló con la siguiente configuración:

Nombre o alias:

Alcaldía de residencia:

¿Tu hogar actual está construido con materiales convencionales?

- a) Si ()
- b) No ()
- c) Otros ()

¿Te gustaría usar materiales reciclados en la construcción o remodelación de tu vivienda?

- a) Si ()
- b) No ()
- c) Tal vez ()

¿Preferirías usar concreto reciclado en la construcción de tu vivienda en lugar del convencional?

- a) Si ()
- b) No ()
- c) Tal vez ()

¿Te gustaría usar bloques o ladrillos hechos con concreto reciclado en lugar de emplear materiales extraídos en su totalidad de la naturaleza?

- a) Si ()
- b) No ()
- c) Tal vez ()

¿Te gustaría saber más sobre los beneficios al medio ambiente y a la economía que tiene el uso de materiales reciclados en lugar de los convencionales?

- a) Si ()
- b) No ()
- c) Tal vez ()

¿En caso de remodelar o demoler tu vivienda preferirías pagar un pequeño monto de efectivo para que los residuos sean reciclados y disminuir su impacto negativo al medio ambiente?

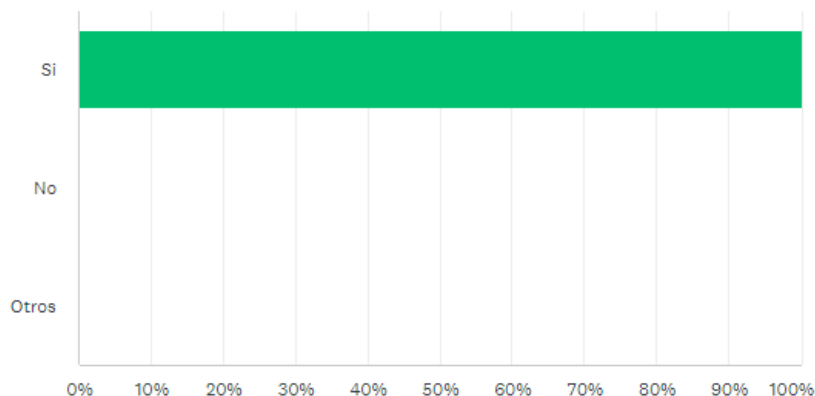
- a) Si ()
- b) No ()
- c) Tal vez ()

La simplicidad del cuestionario se debió a la necesidad de que el mayor número de personas pudieran contestar el cuestionario y fue aplicado a través de la plataforma SurveyMonkey, la cual es una empresa que opera como base para la aplicación de cuestionarios y encuestas. (Survey Monkey, 2022)

La encuesta arrojó como resultado una postura a favor del uso y aprovechamiento de residuos de la construcción así como el pago por el servicio de para el reciclaje de los de demolición o construcción que puedan llegar a generar durante el a generar diferentes procesos constructivos en sus hogares.

¿Tu hogar actual está construido con materiales convencionales?

Tabla 17: Encuesta materiales convencionales

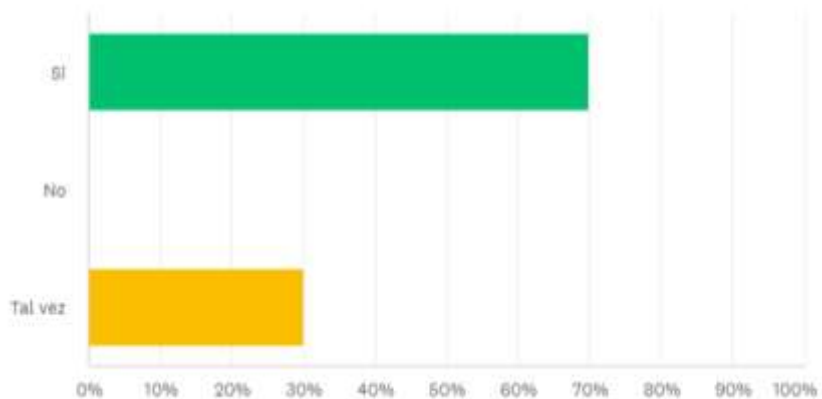


Fuente: SurveyMonkey

El 100% de los encuestados menciona que sus hogares actuales están contruidos con materiales convencionales, sin embargo durante las visitas de campo en la alcaldía Milpa Alta, se puede observar a múltiples hogares de diferentes estratos sociales con secciones o contruidas en su totalidad con bloques de adobe lo que indica la aceptación de la población por el uso de materiales no convencionales en los procesos constructivos.

¿Te gustaría usar materiales reciclados en la construcción o remodelación de tu vivienda?

Tabla 18: Encuesta materiales reciclados



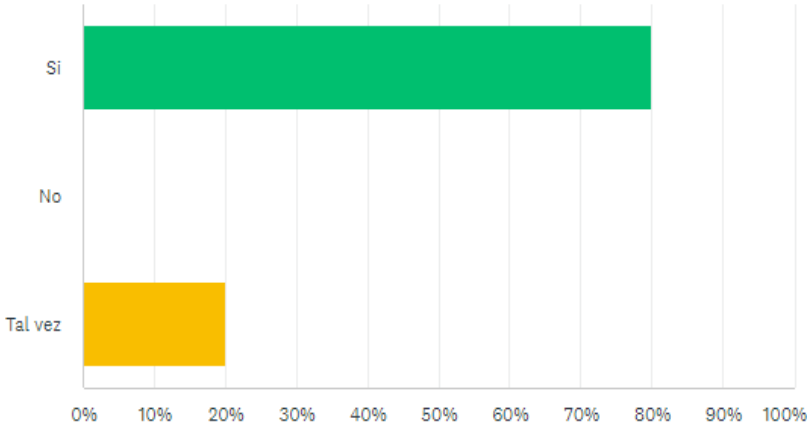
Fuente: SurveyMonkey

El 70% de los encuestados muestra preferencia por el uso de materiales reciclados en sus viviendas y el 30% indica que están abiertos a la posibilidad de usarlos, cabe resaltar que nadie se muestra en contra del uso de estos materiales por lo que el impulso de campañas informativas podría favorecer

aún más la preferencia de los clientes y usuarios por el reciclaje y utilización de este tipo de materiales.

¿Preferirías usar concreto reciclado en la construcción de tu vivienda en lugar del convencional?

Tabla 19: Encuesta concreto reciclado

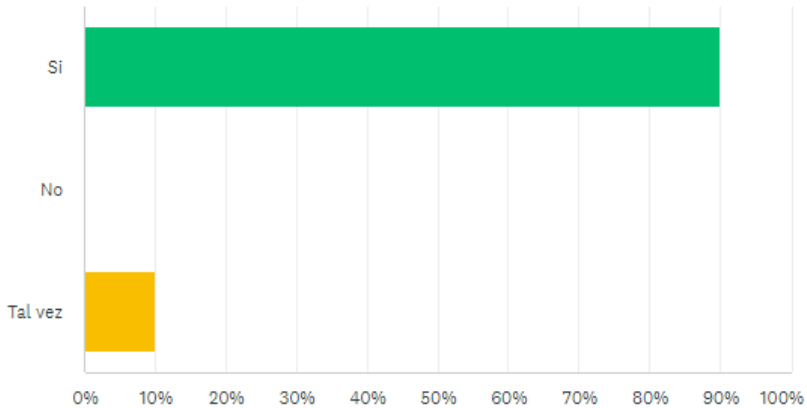


Fuente: SurveyMonkey

En lo que respecta al cuestionamiento sobre el uso de concreto reciclado en las viviendas se observa un incremento positivo del 80% respecto a los materiales reciclados, lo que puede deberse a la falta de información sobre los procesos de reciclaje y los diferentes materiales que se podrían usar.

¿Te gustaría usar bloques o ladrillos hechos con concreto reciclado en lugar de emplear materiales extraídos en su totalidad de la naturaleza?

Tabla 20: Encuesta bloques o ladrillos hechos con concreto reciclado

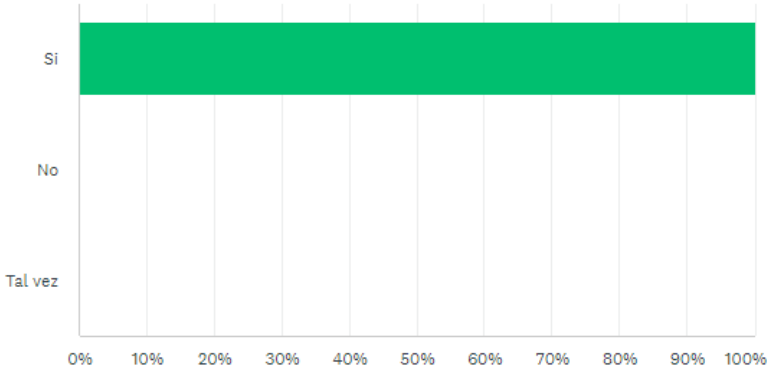


Fuente: SurveyMonkey

La inserción de un producto comercial más estandarizado permite a la población probar y aceptar otros materiales generados durante los procesos de reciclaje de residuos como lo muestra el cuestionario en el que el 90% de los encuestados está dispuesto a usar bloques elaborados con materiales reciclados.

¿Te gustaría saber más sobre los beneficios al medio ambiente y a la economía que tiene el uso de materiales reciclados en lugar de convencionales?

Tabla 21: Encuesta información sobre reciclaje de residuos

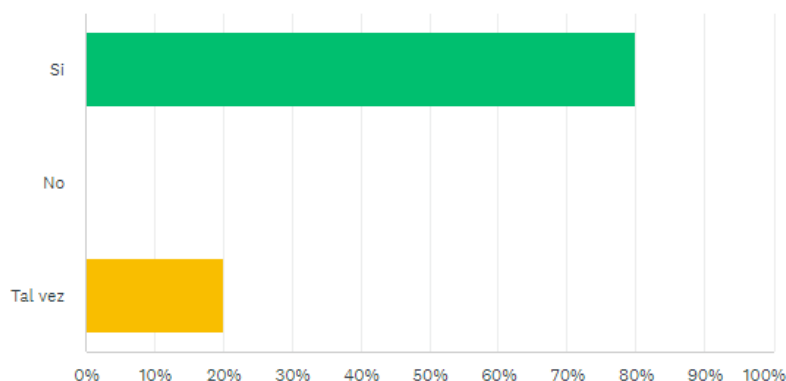


Fuente: SurveyMonkey

En la actualidad debido a las diversas campañas que incentivan el reciclaje y la reducción del impacto al medio ambiente, el público se encuentra más informado y susceptible a la absorción de información al respecto por lo que al 100% de los encuestados les gustaría saber más sobre los beneficios al medio ambiente y a la economía que tiene el uso de materiales reciclados en lugar de convencionales.

En caso de remodelar o demoler tu vivienda, ¿preferirías pagar un pequeño monto para que los residuos sean reciclados y disminuir su impacto negativo al medio ambiente?

Tabla 22: Encuesta pago por servicios de reciclaje



Fuente: SurveyMonkey

El 80% de los encuestados está a favor del pago de servicios de reciclaje de los residuos que pueden generar durante procesos constructivos y de remodelación, lo cual es un avance significativo que puede ser llevado al 100% de aceptación mediante campañas de concientización que expliquen los impactos al medio ambiente por la sobre explotación de recursos y la mala disposición de los residuos de esta naturaleza, un aspecto favorable es el hecho de que ninguno de los encuestados estuvo en contra del pago de estos servicios, por lo que podrían ser incentivados mediante estímulos durante los servicios de reciclaje como podrían ser descuentos en materiales como bloques.

Análisis de oferta

El análisis de la oferta propuesta por el CIREC es esencial para colocar los bienes y servicios en el mercado local, permitiendo determinar la capacidad del volumen de producción y venta. Gracias al estudio de la oferta local, es posible conocer las preferencias de los clientes y fijar un precio competitivo, en relación a los competidores locales.

Cabe aclarar, que al tratarse de servicios que transforman residuos de la construcción y demolición en productos, se cuenta con un factor diferenciador y en ciertos casos artículos totalmente nuevos, que pueden llegar a ser pioneros proponiendo nuevas técnicas o procesos constructivos. (CUAED, 2017)

La principal oferta local en la alcaldía Milpa Alta y Xochimilco está comprendida por pequeños locales de distribución de materiales para construcción y tlapalerías minoristas, además de la presencia de microempresas que según la secretaría de economía están comprendidas por negocios

que tienen menos de 10 trabajadores, las cuales generan anualmente ventas hasta por 4 millones de pesos. (Secretaría de Economía, 2010)

Minoristas y microempresarios

Los principales minoristas y microempresas que ofrecen materiales para construcción y pueden generar competencia o en dado caso fungir como canales de distribución de los productos generados en la planta son los siguientes:

Hernandez Materiales De Construcción en Av. Jalisco Pte. 279, Villa Milpa Alta, Santa Martha, Milpa Alta, 12000 Villa Milpa Alta, CDMX.

Lamarke en Blvd. Jose Lopez Portillo Sur 248, Cruztitla, Milpa Alta, 12100 Ciudad de México, CDMX.

Casa De Materiales San Antonio en Av Morelos 147, Cruztitla, Milpa Alta, 12100 San Antonio Tecómitl, CDMX.

Materiales Para Construcción San Lorenzo en Av Constitución 13-30, Villa Milpa Alta, San Lorenzo Tlacoyucan, Milpa Alta, 12500 San Lorenzo Tlacoyucan, CDMX.

Materiales Para Construcción Negrete en Cam. Real A Milpa Alta 111, Cerrillos II, Xochimilco, 16780 Ciudad de México, CDMX.

Hernandez Materiales De Construcción en Av. Jalisco Pte. 279, Villa Milpa Alta, Santa Martha, Milpa Alta, 12000 Villa Milpa Alta, CDMX.

Materiales Para Construcción Suarez en Av. Sur del Comercio 36-Loc 1, Jaime Torres Bodet, Tláhuac, 13530 San Juan Ixtayopan, CDMX.

MATERIALES AZTECA en Av. Muyuguarda, San Lorenzo la Cebada, Xochimilco, 16035 Ciudad de México, CDMX.

COMERCIALIZADORA LA CIMA CEFORTE SA DE CV en Av. Muyuguarda 204, La Cebada, Xochimilco, 16035 Ciudad de México, CDMX.

CASA DE MATERIALES SALCEDO en Prol. División del Nte. 5098, San Lorenzo la Cebada, Xochimilco, 16035 Ciudad de México, CDMX.

Casa Palacios en Av. Guadalupe I. Ramírez 6166, San Marcos, Xochimilco, 16050 Ciudad de México, CDMX.

Materiales Vargas en Prol. División del Nte. 246, San Lorenzo la Cebada, Xochimilco, 16035 Ciudad de México, CDMX.

MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN ARENAL Y TLAPALERIA TRUPER en Arenal 853, Santa María Tepepan, 16020 Xochimilco, CDMX.

CEMENTOS LA NORIA en Av. Guadalupe I. Ramírez 677, Tierra Nueva, Xochimilco, 16010 Ciudad de México, CDMX.

Materiales GOMORA en Pedregal de San Nicolás 1da Secc., Tlalpan, 14100 Ciudad de México, CDMX.

MATERIALES PARA CONSTRUCCION SANTA MARIA TEPEPAN en Mirador 18, Fuentes de Tepepan, Tlalpan, 14643 Ciudad de México, CDMX.

Materiales Chicoasen en Chicoasén num. 183, entre Sinanche y Popolna, Pedregal de San Nicolás 1ra Secc, Tlalpan, 14100 Ciudad de México, CDMX.

Materiales Mondragón en Diag. 5 de Mayo 3-4, San Pedro Mártir, Tlalpan, 14400 Ciudad de México, CDMX.

MATERIALES PAEZ en Seye mz 123-lt 1, Lomas Altas de Padierna, Tlalpan, 14240 Ciudad de México, CDMX.

Materiales para la Construcción León en Carr. Picacho-Ajusco 763, Territorio Torres, Héroes de Padierna, Tlalpan, 14200 Ciudad de México, CDMX.

Materiales para Construcción y Tlapaleria La Turba en Av. la Turba Mz 15-Lt 14, Granjas Cabrera, Tláhuac, 13230 Ciudad de México, CDMX.

Materiales para construcción (RODRIGUEZ) en Calle Gitana, Francisco José Ayon, La Nopalera, Tláhuac, 13220 Ciudad de México, CDMX.

Materiales Av. Santa Ursula en Av. Sta. Úrsula 380, Pedregal de Sta Úrsula, Coyoacán, 04600 Ciudad de México, CDMX.

Empresas distribuidoras de materiales

Además de los comercios que se dedican a la venta minorista para pequeñas construcciones y remodelaciones, existen grandes empresas que lideran la distribución de materiales para construcción, enfocadas a remodelación y construcción de viviendas. Estas empresas se encuentran

dentro del rango de distribución del CIREC y se constituyen principalmente por: Construrama, Casa palacios y Home Depot.

Construrama cuenta con una amplia red de distribución formada por más de 900 concesionarios y 2000 puntos de venta, con clientes que van desde público en general hasta diversas entidades de Gobierno y Constructoras. Fue creada en el 2001 por CEMEX y según la empresa a través de Construrama se comercializan 1 de cada 5 sacos de cemento. (Construrama, 2023)

Casa Palacios forma parte de la red de distribución en México de ArcelorMittal, uno de los principales fabricantes de acero del mundo y representados en México por la marca Sicartsa. Dicha empresa está asociada a cementos Moctezuma. (Casa Palacios, 2023)

Home Depot es el minorista especializado en mejoras para el hogar más grande del mundo, con más de 2,200 tiendas minoristas en los Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico, las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y el territorio de Guam), Canadá, México y China. (Home Depot, 2011)

Las grandes empresas no tienen por qué representar una competencia directa a los productos generados en el CIREC, ya que al igual que con las microempresas, pueden fungir como canales de distribución al establecer alianzas comerciales con estas.

Empresas constructoras

En lo que respecta a las empresas constructoras, estas representan potenciales clientes, al contar con una mayor capacidad de distribución de productos y la necesidad de aplicar planes de manejo de los residuos generados durante sus operaciones, por lo que es esencial establecer lazos comerciales con las distintas empresas locales y nacionales relacionadas con la construcción.

Las principales empresas locales cercanas al polígono Milpa Alta en la porción sur de la CDMX son las siguientes:

XCABA INGENIERÍA S.A. DE C.V. en Anillo Perif. 2506, Coapa, Coapa 1ra Secc, Tlalpan, 14330 Ciudad de México, CDMX.

Constructora Virgo, S.A. De C.V. en Rtno. Cerro Acasulco 7, Romero de Terreros, Coyoacán, 04360 Ciudad de México, CDMX.

Constructora Gv en Segundo Callejón Ilhuicamina 1 Bo. Tlacoapa Del, Xochimilco, 16040 Ciudad de México.

Constructora Kanono S.A. de C.V. en Calz. del Hueso 151-4, Coapa, INFONAVIT el Hueso, Coyoacán, 14310 Ciudad de México, CDMX.

JLIACSA Ingenieros y Arquitectos Constructores, S.A. de C.V. en Cerezos No. 7-INT. M, Coapa, Coapa 2da Secc, Tlalpan, 14330 Ciudad de México, CDMX.

Mientras que las principales empresas constructoras según la Revista Expansión al año 2022, a nivel nacional se componen por:

Cicsa de Grupo Carso que es uno de los conglomerados diversificados más grandes e importantes de América Latina, siendo líderes de mercado gracias a su amplio portafolio de productos y servicios, con un valor de ventas durante 2020 solo en México por \$70, 539580,000 que consiste en el 74.5% del total de sus ganancias. (Carso, 2020)

Fibra Uno no es como tal una empresa constructora pero está conformada como un portafolio inmobiliario que al cierre de 2021 comprende cerca de 11 millones de metros cuadrados construidos en espacios de uso comercial, industrial y de oficinas. (Monex, 2022)

Impulsora del Desarrollo y el Empleo en América Latina, S.A.B. de C.V. (en lo sucesivo, con sus subsidiarias “IDEAL” o “la Compañía”) es una empresa cuya actividad principal consiste en obtener concesiones y contratos a largo plazo para el diseño, desarrollo, explotación y operación de proyectos de infraestructura, como autopistas de cuota, plantas de tratamiento de agua, plantas hidroeléctricas de energía, centros de readaptación social, terminales multimodales y otros. (IDEAL, 2021)

PINFRA es una empresa dedicada a la promoción, desarrollo, construcción, financiamiento y operación de proyectos de infraestructura, a la fecha se tienen 21 títulos de concesión, integrados por 29 autopistas, 1 terminal portuaria, 1 contrato de operación de un puente y 1 contrato de operación de telepeaje de la red de autopistas del FONADIN. (PINFRA, 2023)

Adicionalmente, la empresa cuenta con 2 plantas que producen mezclas asfálticas, así como un segmento de construcción que está enfocado principalmente en la administración y supervisión de los proyectos de construcción y mantenimiento de las autopistas de los títulos de concesión que tiene la compañía.

Grupo es una empresa con 56 años de experiencia y más de 20 millones de metros cuadrados construidos en México. (GP, 2023)

El contar con grandes empresas en el país es permite establecer relaciones comerciales nacionales, que fomentan la economía circular y crean demanda de productos que pueden ser sustituidos por materiales reciclados, generando la posibilidad de expandir modelos de negocio como el CIREC a todo el país.

Presupuesto de obras públicas en la CDMX

La demanda de productos y servicios no proviene únicamente de inversión privada, tan solo en la Ciudad de México durante el cuarto trimestre del 2022 el gasto total en inversión contemplado en el Presupuesto de Egresos de la Federación vigente fue de \$981,094.4 millones y se compone de tres rubros:

-Inversión física de programas y proyectos de inversión, fideicomisos, provisiones para contingencias que se presenten en el país y aportaciones destinadas a entidades federativas y municipios.

-Subsidios de inversión.

-Otros tipos de inversión como son los recursos que se recuperan por el otorgamiento de préstamos personales de corto y mediano plazo e hipotecarios o inversiones financieras

Industria de la construcción según INEGI

En lo que respecta a la industria privada creció 2.5 % en términos reales de octubre a noviembre. Tan solo en la Ciudad de México se tiene un valor de 5.4% del total por lo que se tiene un valor de producción de \$1,358,957,158.2, lo cual proviene principalmente de unidades económicas dedicadas a la construcción de obras de ingeniería civil y a la realización de trabajos especializados de construcción. (INEGI, 2022)

Demanda en relación al comportamiento demográfico

Según datos del CMIC, la industria de la construcción en México aumenta con una tasa promedio anual de 5%, tan solo en la CDMX el INEGI menciona que la tasa de crecimiento promedio anual es de 1.2%. Considerando que durante los últimos 20 años el promedio de ocupantes por vivienda muestra un descenso gradual, lo cual implica que, de 4.0 ocupantes en promedio en 2000 pasó a 3.3 en 2020, por lo que la demanda de viviendas va a la alza, requiriendo un mayor número de hogares con una menor cantidad de habitantes por vivienda.

El SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano) menciona que el financiamiento para la adquisición de viviendas al 30 de noviembre de 2022 presenta un monto de \$61, 432, 095,075.

Las principales fuentes de financiamiento para la adquisición de vivienda en México se componen por:

- ❖ INVI con 61300 Créditos
- ❖ BANCA (CNBV) con 20942 Créditos
- ❖ INFONAVIT con 11996 Créditos
- ❖ FOVISSSTE con 2765 Créditos
- ❖ CONAVI con 425 Créditos
- ❖ SHF (FONDEO) con 351 Créditos
- ❖ BANJERCITO con 96 Créditos

Mediante el Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), que es una herramienta que reúne los datos producidos por los sectores público, social y privado en materia de vivienda y el mercado habitacional, así como las mediciones del impacto de las políticas públicas en el sector, se pueden conocer múltiples datos relacionados con la vivienda en el país.

El SNIIV indica que al 30 de noviembre de 2022 existe una oferta de viviendas a la venta de 4,629, lo que no cubre la demanda tanto de viviendas nuevas como de remodelación en la CDMX, el rezago en 222,936 viviendas comprende las que son elaboradas con materiales constructivos en deterioro, regulares y/o con precariedad en espacios, viviendas con hacinamiento, ausencia de sanitario, materiales precarios y piso de tierra. La Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda complementa esta información indicando que el promedio de construcción anual es de 8,000 viviendas y se requiere como mínimo una construcción anual de 25,000 viviendas para cubrir gradualmente el rezago en la ciudad. Por ende la demanda de materiales de construcción y servicios de procesamiento de residuos existe en la ciudad, por lo que es fundamental tener una adecuada gestión empresarial para establecer relaciones comerciales que impulsen la economía circular en este sector industrial. (SNIIV, 2023)

5.3 Polígonos

La selección de los polígonos tanto en la alcaldía de Milpa Alta como en la alcaldía Xochimilco fue hecha considerando criterios de accesibilidad de rutas, mayor comunicación entre las alcaldías de

la zona sur conformadas por Coyoacán, Tlalpan, Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta, proximidad a vías primarias y la geología local, la cual debe de cumplir con un suelo firme, preferentemente próximo a zonas con aparatos volcánicos monogenéticos, los cuales representan una barrera natural contra la presión acústica de las actividades de procesamiento de residuos y fungen como barrera natural a la dispersión de polvos.

A pesar de tener riesgos geológicos nulos por actividad volcánica, el estar próximos a una pendiente ya sea formada por procesos ígneos o por diferentes mecanismos geodinámicos, endógenos o exógenos, es importante realizar estudios geotécnicos complementarios, como análisis de estabilidad de taludes, mecánica de rocas y mecánica de suelos, con la finalidad de reducir al máximo los riesgos por factores humanos.

Aunado a los aspectos anteriormente mencionados, otros de los criterios de selección fueron la ausencia de edificaciones y el seguimiento del Plan de Desarrollo urbano y el Ordenamiento Ecológico de la CDMX. Se eligieron áreas que no representen problemáticas ambientales graves de colocación del CIREC, implicando maniobras de desmonte y despalme, que no solo son un impedimento por el impacto y reubicación de algunas especies, si no que involucraría una inversión mayor en las operaciones de construcción del CIREC.

5.3.1 Milpa Alta

La selección del polígono Milpa Alta está dada en una zona caracterizada por estar relativamente plana a excepción de un pequeño cuerpo magmático ubicado en la zona noreste del predio, que puede ser aprovechado para el almacenamiento de los residuos evitando la dispersión de polvos, además de funcionar como barrera de presión acústica durante las operaciones de aprovechamiento de los residuos. Este polígono cuenta con la ventaja de ubicarse en una zona con poca población y estar cerca de terrenos que son empleados en su mayoría para uso agrícola.

Además de contar con una depresión natural de aproximadamente 1 metro en todo el polígono en relación al nivel de la avenida principal que está ubicada a un costado, lo que facilita la mitigación de impactos por dispersión de partículas y presión acústica.



Figura 42: Polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)



Figura 43: Delimitación polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)

El polígono seleccionado cuenta con área de 62,121 m², lo que permite el desarrollo de un CIREC sin limitaciones para la colocación de áreas operativas.



Figura 44: Perfil de elevaciones plano transversal (Google Earth, 2022)

En el análisis de perfil de elevaciones del plano transversal se observa una variación de 1.5 metros en el perfil de elevaciones a lo largo de 230 metros, mientras que en las orillas del polígono se observa una diferencia abrupta de 1.5 metros en promedio, con una pendiente de 18.5° favoreciendo la contención de dispersión de partículas y disminuyendo la presión acústica de las operaciones realizadas en planta.

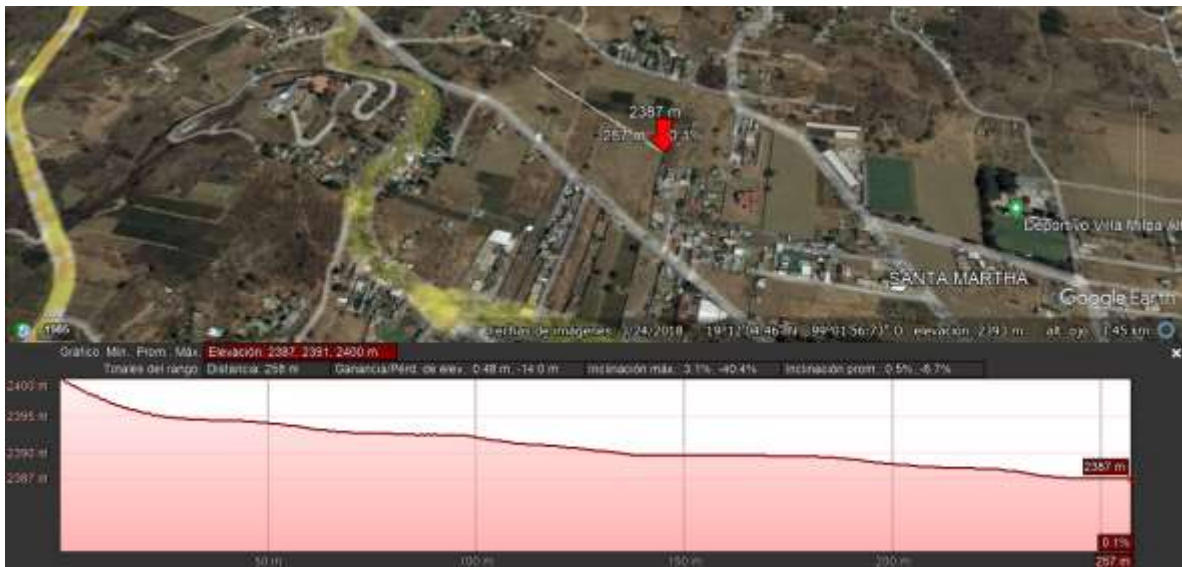


Figura 45: Perfil de elevaciones plano sagital (Google Earth, 2022)

En el plano sagital del polígono se presenta una pendiente de 2.15° a lo largo de 237 m y una pendiente de 15.6° en una longitud de 20 m generada por el cuerpo rocoso de composición ígnea lo que representa una zona ideal para el almacenamiento temporal de los residuos.

5.3.2 Xochimilco

La colocación de un CIREC en esta alcaldía representa un reto por múltiples variables, entre las que están el tipo de suelo y geología, ya que se encuentra en una zona lacustre que podría generar múltiples problemas operativos producidos por las arcillas hidratadas que a pesar de parecer suelos firmes cuando se ejercen fuertes cargas de peso sobre la zona pueden llegar a presentarse hundimientos diferenciales causados por diferentes fenómenos edafológicos y geológicos. Por ello la selección de un polígono en esta área fue de la mano de la búsqueda de una zona que estuviera ubicada a las faldas de algún aparato volcánico, cuidando el aspecto de la accesibilidad, en cuanto a las pendientes para el libre acceso de vehículos con cargas pesadas.



Figura 46: Polígono Xochimilco (Google Earth, 2022)



Figura 47: Delimitación polígono Xochimilco (Google Earth, 2022)

El polígono seleccionado tiene la ventaja de presentar una gran barrera natural a la presión acústica y la dispersión de partículas, sin embargo el área libre para el desarrollo del CIREC es de únicamente 11,844 m², lo que haría poco viable el desarrollo del proyecto, no obstante, en la zona este existe un segundo polígono con pocas construcciones que tendrían que ser reubicadas para aumentar el área a 15,500 m², otra opción para expandir el área se encuentra cruzando la vía principal al sur del polígono seleccionado, donde existe un tercer polígono de 8,850 m², que a pesar de no tener construcciones y fungir actualmente como estacionamiento de maquinaria pesada, presenta una pendiente elevada que podría afectar el funcionamiento de las operaciones del CIREC y representar un riesgo debido a la energía potencial al almacenar materiales en un terreno más elevado. Otra de las desventajas del polígono principal es que a pesar de que no requiere maniobras de desmonte y despalme, si requiere maniobras de nivelamiento del terreno para la construcción de las instalaciones del CIREC, incrementado considerablemente los costos de inversión inicial del proyecto.



Figura 48: Polígono lateral (Google Earth, 2022)



Figura 49: Polígono superior (Google Earth, 2022)

Analizando los perfiles de elevación, se observa que en el plano sagital de polígono hay una diferencia de elevación de 9 metros que en su punto más bajo se encuentra en los 2236 metros

sobre el nivel del mar y en el punto más elevado a 2245 metros sobre el nivel del mar, mientras que en el plano transversal del polígono se observa una diferencia de elevación de 6 metros, que en su punto más bajo se encuentra a 2237 metros sobre el nivel del mar y en su punto más elevado a los 2243 metros sobre el nivel del mar.



Figura 50: Perfil de elevaciones plano transversal (Google Earth, 2022)



Figura 51: Perfil de elevaciones plano sagital (Google Earth, 2022)

En cuanto al plano sagital se presenta una zona relativamente plana con variaciones mínimas de 1 metro en una longitud de 112.5 metros y una pendiente de 8.23° en una longitud de 67.5 metros, mientras que en el plano transversal se presenta una longitud de 55 metros con variaciones mínimas y una pendiente de 17.14° en una longitud de 21.7 metros. Por lo que la zona sureste del polígono podría emplearse para el almacenamiento de los residuos o agregados, evitando la dispersión de polvos y aprovechando la pendiente natural como barrera ante la presión acústica.

Sin embargo, el terreno es muy angosto y la pendiente de 8.23° tendría que homogenizarse con la de 12.14° para incrementar el área de maniobras y operaciones de transformación de residuos.

5.3.3 Visita de campo a polígonos

La visita de campo fue realizada con la finalidad de revisar factores como acceso al área, corroboración de datos satelitales, corroboración de nivel del terreno y colecta de coordenadas geográficas, con el propósito de mejorar el análisis mediante sistemas de información geográfica.

El polígono Xochimilco se caracteriza en campo por tener un fácil acceso a través de vías de comunicación primaria hacia los centros de las diferentes alcaldías de la zona sur.



Figura 52: Visita de campo perspectiva noroeste (Fotografía propia)

En campo se observa que existe abundante vegetación secundaria compuesta principalmente por pequeños matorrales dispersos, por lo que no se aprecia igual que en las imágenes satelitales, esto puede deberse a que la visita se realizó en temporada de lluvias. Dicha vegetación representa una desventaja ya que requerirá de maniobras de desmonte y despalle. (INEGI, s.f.)



Figura 53: Visita de campo perspectiva norte (Fotografía propia)

Otro problema observado en campo es la pendiente del terreno, la cual requerirá realizar maniobras de cortes y terraplén, con el objetivo de lograr un área apta para la construcción de los edificios requeridos.



Figura 54: Visita de campo perspectiva noreste (Fotografía propia)

La mancha urbana se encuentra más desarrollada que lo observado en las imágenes satelitales, lo que puede deberse a la falta de actualización de los barridos.



Figura 55: Visita de campo polígono lateral (Fotografía propia)

En la visita de campo al polígono Milpa Alta se observó la ventaja de estar situado a un costado de un aparato volcánico monogenético y en una depresión general respecto al nivel de la calle, lo que permitiría aminorar el impacto ambiental ocasionado por las operaciones cotidianas en planta.



Figura 56: Visita de campo perspectiva sureste (Fotografía propia)

En lo que corresponde a los datos observados desde imágenes satelitales, estos coinciden al tener nula vegetación a excepción de las áreas perimetrales.



Figura 57: Visita de campo perspectiva sur (Fotografía propia)

El cuerpo magmático visible desde SIG corresponde en campo y los datos de la carta geológica, compuesto por un cuerpo extrusivo de composición adesítica a basáltica. Lo que beneficiaría al proyecto reduciendo impactos por ruido y dispersión de partículas, además de servir como base para el almacenamiento de RCD.

El terreno no requiere de maniobras de desmonte, despalme, terraplén o corte y presenta una leve depresión en todo el perímetro, colocando todo el polígono a aproximadamente 1 metro por debajo del nivel de la calle, siendo de beneficio para la mitigación de impactos del proyecto. (FI, s.f.)



Figura 58: Visita de campo perspectiva de perfil con depresión de 1 metro respecto al nivel de la calle (Fotografía propia)

En lo que respecta al crecimiento demográfico, se encuentra poco o escasamente desarrollado y la mayor parte de los predios aledaños al polígono no presentan construcciones y no son ocupados para ninguna actividad agrícola.



Figura 59: Visita de campo entrada sureste (Fotografía propia)

El acceso a este polígono es sencillo debido a la conexión con las principales vías de comunicación, sin embargo, está un poco más retirado de la mayoría de las alcaldías a excepción del centro de Milpa Alta y Tláhuac, lo que beneficiaría a estas alcaldías y al estado de México por su susceptibilidad a la mala disposición de RCD.

5.3.4 Elección de polígono

Ambos polígonos cuentan con características que los colocan como buenas opciones para el desarrollo de un CIREC, como zonas en las que no es necesario realizar maniobras de desmonte y despalme, lo que representaría un mayor impacto ambiental de lo que de por sí representa un proyecto con estas características, además de que ambos polígonos cuentan con terrenos relativamente uniformes en los que la nivelación sería mínima. Ambos polígonos tienen pendientes naturales que funcionan como barreras naturales para las necesidades del proyecto, evitando la inversión de la construcción de barreras de contención acústica.

Pese a esto el polígono Xochimilco presenta más dificultades técnicas, de impacto ambiental, político y social debido a que se vería en la necesidad de reubicar algunas viviendas y tener que dividir áreas de almacenamiento, lo que incrementaría los costos de inversión inicial y costos operativos. Aunque el polígono Xochimilco tenga una ubicación central, con menores tiempos y

distancias de desplazamiento respecto al polígono Milpa Alta queda descartado por lo anteriormente mencionado.

En cuanto a la sección del polígono Milpa Alta la baja densidad poblacional alrededor de esta área y las características del terreno facilitan las operaciones en planta y disminuyen los costos de inversión inicial reduciéndose únicamente a la construcción y costos de arranque de operaciones.

5.3.5 Clima en el polígono

Mediante el uso de sistemas de información geográfica es posible realizar análisis locales de polígonos, para ello el gobierno de México ha construido herramientas como el SIGEIA o Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental, que se compone por un sistema desarrollado en bases de datos gubernamentales provenientes de diversas instituciones. Dicho SIG fue elaborado por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental con la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), para facilitar las tareas de evaluación de impacto ambiental y coordinar las labores de supervisión de proyectos.

El objetivo del SIGEIA es brindar acceso al público en general para generar un panorama de la ubicación de su proyecto dentro del contexto ambiental, esto se logra mediante los instrumentos de planeación ambiental proporcionados por el gobierno, generando información cartográfica y un análisis espacial.

Para la aplicación de esta herramienta se tomó el polígono delimitado en formato kml y se subió a la plataforma para efectuar el análisis de posibles impactos y características de la zona.

Como se mencionó anteriormente, el SIGEIA se alimenta de distintas bases de datos gubernamentales por lo que resulta más fácil la interpretación usando el mismo lenguaje. En el área seleccionada según el SIGEIA usando bases de datos del INEGI existe un clima local C(w1), lo que de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Climatológica del INEGI indica que es templado, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, durante los meses más fríos del año la temperatura más baja desciende hasta los -3°C y temperatura más elevada durante los meses más cálidos oscila entre los 22°C, el clima preponderante es subhúmedo disminuyendo la dispersión de partículas sin llegar a afectar las operaciones en el CIREC, la precipitación anual es de 200 a 1,800 mm y la precipitación en el mes más seco es de 0 a 40 mm. (INEGI, s.f.)

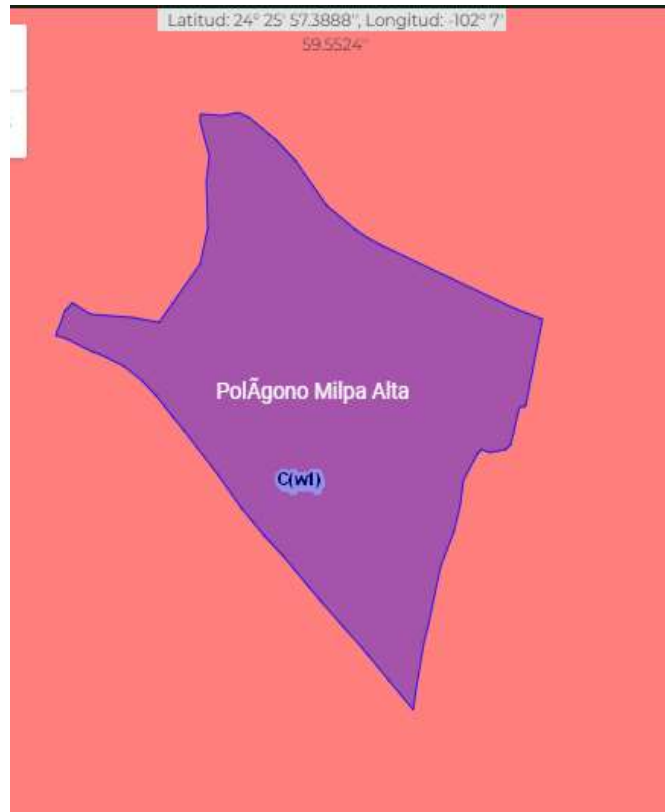


Figura 60: Clima del polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)

5.3.6 Edafología

En lo que respecta a los datos arrojados por el SIGEIA en la Edafología marca la presencia de Phaeozem, palabra que deriva del griego "phaios" que significa oscuro y del ruso "zemlja" que significa tierra. Hace alusión al color oscuro del horizonte más superficial debido a su alto contenido en materia orgánica. Se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los Phaeozem son de profundidad muy variable. (UNEX, s.f.)

Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

Los Phaeozem se pueden dividir en Háplico y en Esquelético, el Háplico está asociado a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista un proceso de "lavado" pero con una estación seca. El clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El perfil

típico es del tipo AhBC donde el horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico sin llegar a estar muy definido. El Phaeozem esquelético tiene entre el 40 % y el 90 % de gravas u otros fragmentos gruesos hasta una profundidad de un metro. (Universidad de Sevilla, 2015)

Se distinguen dos modalidades, la primera constituida por Phaeozem Endoesqueléticos, con espesores de gravas entre 50 cm y un metro y los Phaeozem Epiesqueléticos con espesores de gravas entre 20 y 50 cm.

Los Phaeozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, son suelos fértiles y son capaces de soportar una gran variedad de cultivos, tanto de secano o temporal, como de regadío, así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión. (SEMARNAT, s.f.)



Figura 61: Edafológica del polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)

5.3.7 Geología de polígono

El polígono se encuentra ubicado en el eje neovolcánico transversal que se distribuye en la porción central del país, más o menos en el paralelo 19° N. Esta provincia se extiende de oeste a este desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México.

El polígono se encuentra colocado sobre depósitos aluviales los cuales se generan cuando se transportan materiales granulares de zonas elevadas, en este caso aparatos volcánicos como el volcán Teuhtli, que transportó material a una zona plana de menor altitud por procesos de meteorización. En la sección noroeste del polígono se encuentra un contacto con rocas de composición andesita basáltica, generando la diferencia de elevación en el terreno que beneficia al proyecto.

Los principales aparatos volcánicos de la zona son Tláloc, Teuhtli, Cuauhtzin, Hijo del Cuauhtzin y Ocusacayo, de orígenes monogenéticos lo que significa que fueron conformados por un único evento eruptivo a través de conos de escoria y ceniza, que son aparatos de pequeña magnitud formados por la acumulación de partículas de ceniza, lapilli, bombas o bloques en eventos de moderada intensidad, en la cima suelen tener una cavidad o cráter por donde el magma sale al exterior. (Universidad Complutense de Madrid, 2022)

En lo que respecta a los Volcanes Tláloc, Cuauhtzin, Hijo del Cuauhtzin y Ocusacayo se localizan en una de las partes topográficamente más elevadas. Gran parte de las coladas de lava se desplazaron hacia el norte, proceso observable desde la carretera que une a Xochimilco con Oaxtepec. El volcán Teuhtli por otro lado, se localiza en una parte topográfica más baja, cerca de la orilla del Lago de Chalco.

El Teuhtli cuenta un una altura de 2700 metros sobre el nivel del mar, está conformado por un volcán escudo con un cono de escoria, con una altura de 170 metros, un diámetro de 600 metros y una pendiente de entre 28° y 30°. La composición principal de los flujos basales es de andesita basáltica.

El volcán Ocusacayo está limitado al norte por flujos del volcán Teuhtli, al oeste por el cono de escoria Hijo del Cuauhtzin y lavas del Volcán Cuauhtzin y al este por lavas del volcán Tláloc. Este complejo se compone de cuatro conos de escoria y un flujo de lava, además de un depósito de caída de escoria. La composición de los flujos basales es similar al del Teuhtli de andesitas basálticas.

El polígono del proyecto está situado a las faldas del Teutli, sin embargo se limita al suroeste por los flujos magmáticos del volcán Ocusacayo, estableciendo una barrera natural y un micro clima con bajas corrientes de aire influenciadas por la morfología.



Figura 62: Fracturas del suelo del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

El Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, indica que el polígono se encuentra en una zona de muy alto fracturamiento. Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicional (contactos de capas, cambio de facies), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento, durante deformación por contracción o extensión. Los principales mecanismos que generan fracturas se componen por esfuerzos, pérdidas de carga, diagénesis o sedimentación, procesos biológicos, químicos, recristalización y enfriamiento.

Las fracturas pueden clasificarse en fracturas de cizalla las cuales presentan desplazamientos laterales o paralelos respecto al plano de fractura, de extensión o tensión que se dan cuando se generan fuerzas en sentidos opuestos.

Sin embargo el fracturamiento en el suelo no indica que se relacione con fallas geológicas, debido a que las fallas son la consecuencia del desplazamiento del suelo, los patrones de fracturamiento suelen estar asociados al enfriamiento magmático acelerado de los flujos de lava sobre los que está el polígono.

Este tipo de fracturas se forman por el enfriamiento de la roca principalmente ígneas, su formación es dependiente de la generación de un gradiente térmico a través de la roca, el cual altera las propiedades mecánicas y el comportamiento reológico de las rocas. Este gradiente es condicionado por la profundidad y el sepultamiento, por lo que pueden generarse fracturas de extensión o tensión

dependiendo de la profundidad de enterramiento, formando juntas en forma de columna en rocas ígneas de grano fino. (Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, s.f.)

Debido a que la geología del polígono indica que se encuentra situado sobre las faldas del volcán Teuhtli, el fracturamiento descrito por el Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, puede deberse a la composición de las rocas, las cuales son andesitas basálticas, rocas de grano fino con textura porfídica lo que quiere decir que la mayoría de los cristales que la componen presentan dos tamaños de grano marcadamente distintos. Los cristales de mayor tamaño reciben el nombre de fenocristales y los cristales considerablemente menores que los engloban se denominan matriz. Dicha matriz puede incluir una parte vítrea. Los principales minerales en este tipo de rocas están compuestos por fenocristales de plagioclasa, piroxeno, hornblenda y en menor medida olivino llegando a ser un mineral accesorio, a los cuales se les denomina minerales esenciales. (Maldonado, 2021)

Según el SIGEIA y los datos aportados por el INEGI en la carta geológica Milpa Alta edición 1975 no se presentan fallas geológicas en el polígono ni en las proximidades que pudieran afectar a largo o corto plazo las operaciones. Lo que coincide con los datos aportados por el Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, en donde indica que el riesgo sísmico es medio, lo que coincide con la ausencia de fallas y la posición geográfica del polígono.



Figura 63: Geológica del polígono Milpa Alta (INEGI, 1975)

Es necesario realizar estudios de mecánica de suelos para cumplir con la normatividad y obtener los permisos de construcción, así como tener los parámetros técnicos necesarios para que la edificación cuente con una adecuada base de cimentación.



Figura 64: Riesgo sísmico del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

5.3.8 Ordenamiento Ecológico

En el apartado de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal ahora Ciudad de México según el SIGEIA el polígono se encuentra en una zona Agroecológica. (SEMARNAT, s.f.)

De acuerdo al Ordenamiento Ecológico la zonificación Agroecológica está distribuida sobre las áreas de cultivo existentes, principalmente sobre las áreas bajas con poca pendiente.

La Ciudad de México tiene una extensión aproximada de 149,830 ha y se puede dividir en áreas de desarrollo urbano (ADU) y áreas de conservación ecológica, hoy denominada suelo de conservación (SC). En la primera, se llevan a cabo las actividades de uso y destino del suelo inherente a la zona urbana de la Ciudad de México. Para esta zona, los Programas de Desarrollo Urbano definen qué usos de suelo y tipo de construcciones pueden ser desarrolladas en función de las características físicas y urbanas de la zona. Mientras que el suelo de conservación posee características que, además de favorecer la existencia de especies de flora y fauna de valor comercial, ofrece bienes y servicios ambientales en beneficio de la población a través de los recursos naturales. Entre los bienes y servicios que proporcionan se encuentran: la infiltración de agua para la recarga del acuífero, del cual proviene aproximadamente 70% del agua que consume la Ciudad de México; barrera contra partículas producto de la contaminación, captura de CO₂, estabilidad de suelos al evitar la erosión, y numerosos productos medicinales y alimenticios.

El Valle de México posee en más de la mitad de su territorio (88,652 ha que representan aproximadamente 59% de la superficie de la entidad) características climáticas, topográficas y edafológicas que hacen posible la existencia de ecosistemas importantes. Estos ecosistemas albergan especies de flora y fauna silvestre y otros recursos naturales importantes y proporcionan bienes y servicios ambientales.

La mayoría de los terrenos del Suelo de Conservación son de propiedad social, principalmente en la alcaldía Milpa Alta donde el 100% de su territorio es clasificado como rural.

Ocupa 14,056.2 ha, lo que representa el 15.9% del Suelo de Conservación y se encuentra distribuida en todas las alcaldías con Suelo de Conservación, especialmente en Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan.

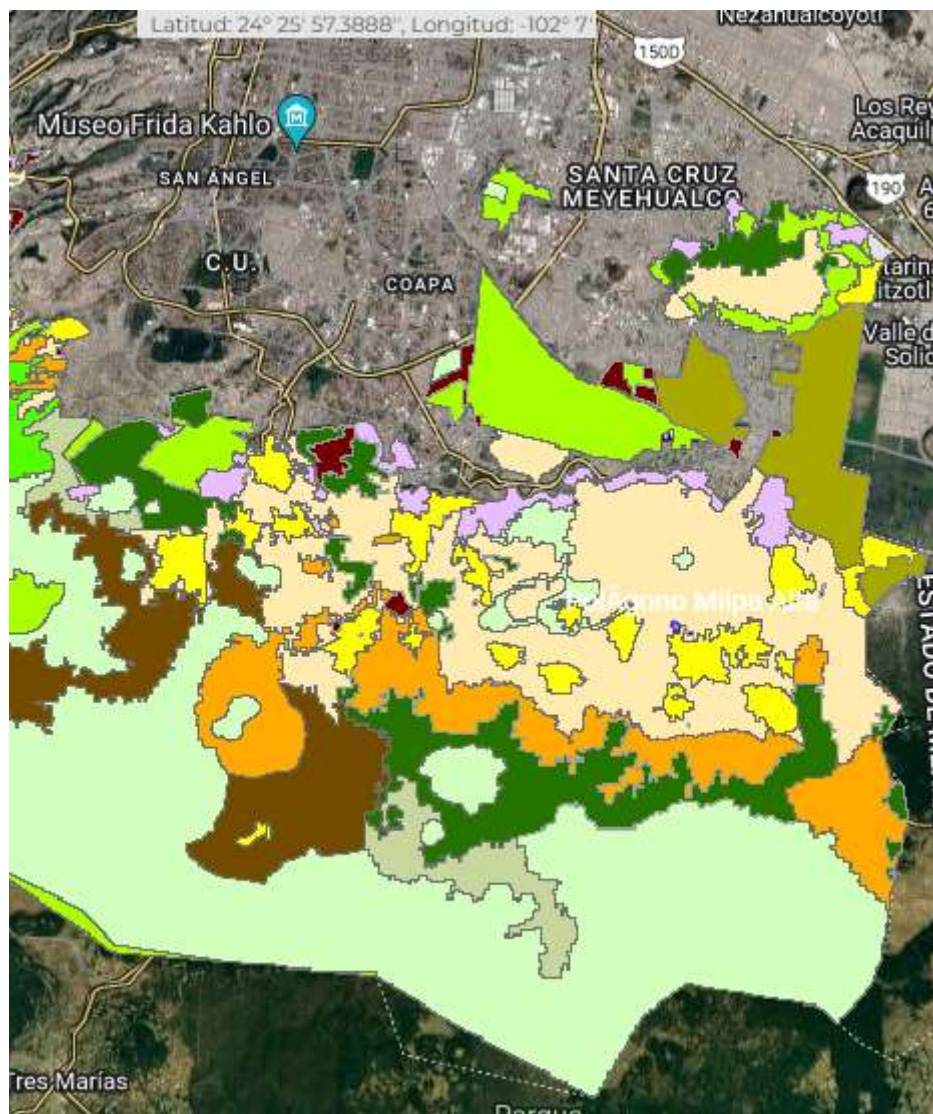


Figura 65: Ordenamiento Ecológico de polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)

Esta categoría agrupó aquellas áreas con alto potencial para el desarrollo de actividades productivas agrícolas y pecuarias; en estas se deben evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo, así como de los recursos naturales; en el desarrollo de las actividades productivas se deberán ejecutar técnicas de conservación del suelo y agua; se promoverá el uso de composta y abonos orgánicos, evitando al máximo el uso de productos químicos.



Figura 66: Sistema de Información Geográfica del uso de suelo de la Ciudad de México del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfica del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

El Sistema de Información Geográfica del uso de suelo de la Ciudad de México indica que el predio se encuentra como un uso de suelo habitacional y de áreas verdes por lo que se tiene que realizar el correspondiente cambio de uso de suelo a industrial y comercial, para lo cual se necesita realizar el trámite en el Área de Atención Ciudadana de la SEDUVI prestando la siguiente documentación:

1. Documentos de identificación oficial, Cartilla de Servicio Militar o Credencial para Votar o Pasaporte o Cédula Profesional o Certificado de Nacionalidad Mexicana
2. Documentos de acreditación de personalidad jurídica.

Personas físicas: Poder Notarial e Identificación Oficial del representante o apoderado.

3. Formato TSEDUVI_CUD_1.pdf debidamente llenado.
4. Comprobante de pago de derechos correspondiente.
5. Escritura pública del inmueble inscrita en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio de la Ciudad de México o Carta Notarial que indique que se encuentra en proceso de inscripción acompañada de la Constancia de ingreso correspondiente. En caso de que la propiedad se acredite con resolución judicial, presentar copia certificada de la Sentencia Judicial ejecutoriada debidamente inscrita. En caso de inmuebles de propiedad pública, presentar documento certificado por la autoridad emisora en el que conste la asignación, el uso o destino y/o la entrega-recepción correspondiente o, en su caso, documento oficial en el que conste la donación, expropiación o procedimiento mediante el cual el inmueble se incorporó al patrimonio de la Nación o de la Ciudad de México y/o Cédula Oficial del Gobierno Local o Federal que señale las características y especificaciones del inmueble.
6. Constancia de Alineamiento y/o Número Oficial vigente.
7. Certificado Único de Zonificación de Uso de Suelo vigente.
8. Reporte fotográfico que contenga, por lo menos, 10 imágenes recientes a color del predio y del área de estudio, en las que se muestren las construcciones colindantes y la acera contraria. Incluir descripción en pie de foto y anexar croquis de ubicación de cada una de las fotografías presentadas.
9. Memoria Descriptiva de las actividades que se pretenden realizar. Incluir la descripción del equipo, maquinaria, área de almacenamiento, manejo y descripción de materiales o sustancias a almacenar, número de trabajadores, número y tipo de vehículos de carga y descarga, afluencia de usuarios, horario de funcionamiento y en su caso, fuentes de contaminación, así como requisitos mínimos de seguridad para la prevención de accidentes y atención de emergencias. Las actividades que se pretenden realizar deben estar consideradas en los usos de suelo señalados en la Tabla de Usos del Suelo del Programa de Desarrollo Urbano que corresponda al predio.
10. Anteproyecto a nivel esquemático (plantas, cortes y fachadas) a escala 1:50, 1:75, 1:100, 1:150 o 1:200, utilizando la que más se ajuste a las dimensiones del proyecto. Incluir un cuadro de áreas por nivel, en el que se indique el desplante en planta baja y la superficie de área libre; la localización de los cajones de estacionamiento. Señalar la escala, escala gráfica, ejes, cotas y niveles legiblemente e indicar el área en la que se pretende realizar el cambio de uso de suelo.

11. En caso de que el inmueble para el que se solicita el cambio de uso del suelo se ubique en Área de Conservación Patrimonial, se encuentre catalogado o colinde con alguno catalogado, de acuerdo con lo establecido en la Norma de Ordenación en Áreas de Actuación No. 4, relativa a las Áreas de Conservación Patrimonial, debe presentarse Opinión Técnica favorable emitida por la Dirección del Patrimonio Cultural Urbano y de Espacio Público de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

SEDUVI genera la respuesta al trámite tras transcurrir 20 días hábiles. (SEDUVI, 2021)

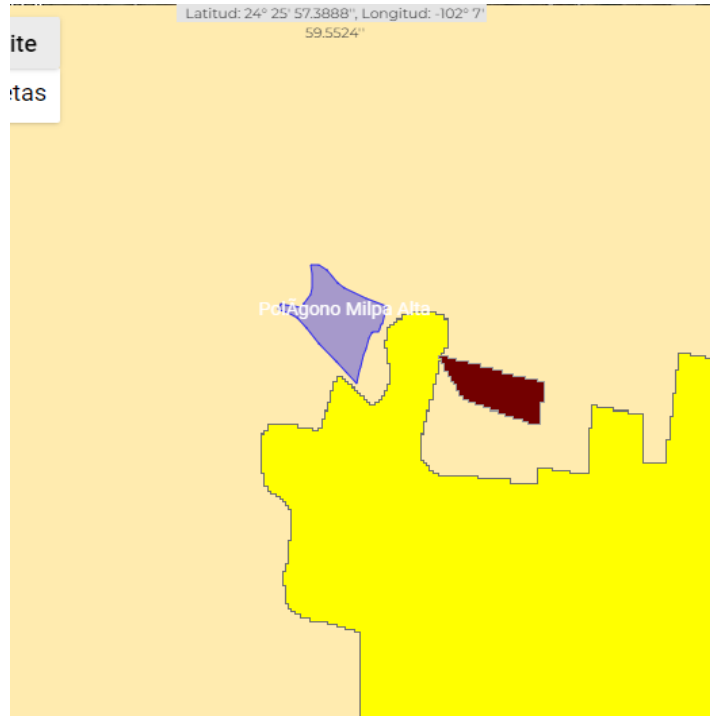


Figura 67: Ordenamiento Ecológico agroecológico de polígono Milpa Alta (SIGEIA, 2022)

El polígono propuesto no se encuentra dentro de reservas naturales, áreas de preservación ecológica, áreas de rescate ecológico, áreas de actuación en suelos de conservación y áreas verdes de valor ambiental siendo viable la construcción del CIREC ya que promueve la economía circular. El desarrollo del CIREC no presentará actividades agrícolas sin embargo, no interfiere con la capacidad productiva del suelo en los predios aledaños debido a que se promueve el uso de aguas tratadas para evitar la sobreexplotación de recursos hídricos y se priorizará el cuidado del medio ambiente siguiendo todas las normatividades para los planes de manejo de los residuos. Por lo que entraría dentro del Plan de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal ahora Ciudad de México. (PAOT, s.f.)

5.3.9 Medidas de mitigación de impactos

El desarrollo de un CIREC en la zona seleccionada lleva consigo múltiples impactos positivos y negativos a lo largo de la vida del proyecto, por esta razón es indispensable establecer una proyección de los efectos generados y fijar metodologías para la disminución o contención de efectos adversos.

El polígono Milpa Alta se ubica dentro de unas de las zonas catalogadas por el Ordenamiento Ecológico de la CDMX como zonificación agroecológica, por lo que si el proyecto es desarrollado se deben evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo y de los recursos naturales. Para conocer los posibles impactos generados se delimitó un polígono de impacto basándose en las características geomorfológicas del terreno y principales vialidades públicas.

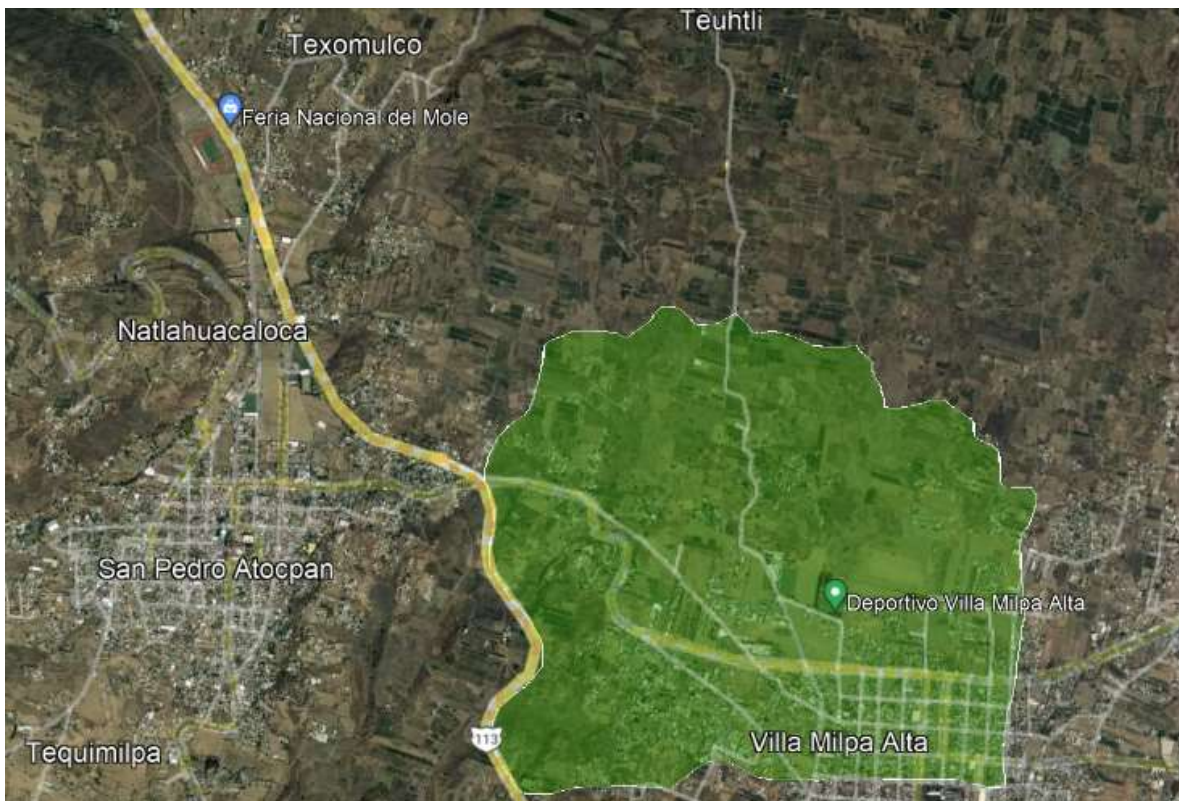


Figura 68: Delimitación de polígono de impacto Milpa Alta (Google Earth, 2022)

Dada la zonificación agrícola durante la construcción del CIREC pueden presentarse impactos y problemas relacionados con el ordenamiento ecológico, sin embargo el polígono seleccionado se encuentra en una zona que ya ha sido impactada previamente y se ha trabajado principalmente para el cultivo de maíz, tal como el ordenamiento ecológico lo permite, siendo una ventaja para el desarrollo del CIREC. A falta de normatividad que especifique las características de selección de sitio

para la construcción de un CIREC y apoyándose en la NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, la selección del sitio deberá considerar preferentemente zonas que hayan sido perturbadas por las actividades como lo es la siembra de maíz.

A pesar de que se encuentre en una zona que ha sido perturbada previamente es necesario realizar un estudio basado en la NOM 059-SEMARNAT-2010 que tiene el objetivo de identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en nuestro país para la atención y protección correspondiente, así como Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre.

En lo que respecta a los recursos forestales y a pesar de que la zona ya haya presentado anteriormente maniobras de desmonte y despalme, deberá ajustarse a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que prohíbe la cacería y la extracción de especies de flora y fauna por el personal contratado para las actividades de exploración o en este caso actividades de construcción, las especies en riesgo, que se localicen dentro del área del proyecto, deben ser protegidas, según sea el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.

Aunque en el predio ya se han realizado las maniobras de remoción de la capa superficial orgánica, el desarrollo natural vegetación se da con la temporada de lluvias, por tanto cuando se realicen actividades de construcción puede generar gran volumen de residuos de poda y apegándose a la NOM-120-SEMARNAT-2011 es indispensable prohibir actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las actividades de desmonte o deshierbe del sitio del proyecto, lo que permite a su vez cumplir con la normatividad del ordenamiento territorial asignado. Debido al volumen de residuos generados durante la limpieza del predio es necesario establecer un plan de manejo para residuos orgánicos, en el que se asigne un área de almacenamiento temporal y preferentemente sean triturados para ser sometidos a un proceso de compostaje.

Con el fin de minimizar los impactos y cumplir con la normatividad establecida durante la construcción del CIREC la obra debe apegarse al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal ahora CDMX, con última reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 19 de abril de 2021.

Dado que el polígono se encuentra insertado en un área de zonificación agrícola y por consecuencia de conservación es necesario solicitar una licencia de construcción catalogada por el Reglamento de Construcción como especial a pesar de que a su vez el polígono se encuentre con un uso de suelo habitacional. Para obtener la licencia de construcción especial es necesario cumplir con una serie de requisitos entre los que se encuentran datos de los propietarios y encargados de la obra, con sus respectivas responsivas y bitácoras de obra, pagos de derechos, proyecto alternativo de captación y aprovechamiento de aguas pluviales y de tratamiento de aguas residuales aprobados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, proyecto arquitectónico de la obra en planos a escala, debidamente acotados y con las especificaciones de los materiales, acabados y equipos a utilizar, en los que se debe incluir, como mínimo: croquis de localización del predio, levantamiento del estado actual, indicando las construcciones y árboles existentes; planta de conjunto, mostrando los límites del predio y la localización y uso de las diferentes partes edificadas y áreas exteriores, planos de proyecto estructural, además es necesario entregar un estudio de mecánica de suelos del predio de acuerdo a los alcances y lo establecido en las Normas Técnicas.

El seguimiento del reglamento de construcción junto con la normatividad relacionada a este, permite una disminución de los impactos durante el desarrollo de la edificación, debido a que este fue diseñado con la finalidad de reducir los posibles riesgos a corto, mediano y largo plazo, evitando en lo mayor posible impactos en la población y medio ambiente.

La NOM-120-SEMARNAT-2011 va de la mano con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal ahora CDMX, complementando con aspectos como la colocación de una adecuada señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva; en la que se haga referencia a los trabajos que se realicen en la zona, con el objeto de evitar accidentes en el sitio del proyecto.

Una vez concluida la etapa de construcción es necesario planear estrategias para la disminución de impactos durante el periodo operativo de la planta, para ello es necesario realizar una proyección de los efectos adversos en el ambiente que puedan ser generados por las operaciones del CIREC. (PAOT, 2021)

La operación de un CIREC trae consigo procesos que dan como resultado la generación de partículas PM10 consideradas como uno de los seis contaminantes criterio, que son aquellos contaminantes normados a los que se les han establecido un límite máximo permisible de concentración en el aire.

Otro de los posibles problemas asociados con la operación es la generación de ruido o presión acústica que sobrepase los niveles permitidos, afectando la salud humana y a la fauna produciendo la migración de algunas especies, interrumpiendo ciclos reproductivos, modificando su comportamiento, etc.

El transporte de residuos de manejo especial que estarán llegando continuamente a la planta, así como la entrada de insumos y salida de los productos generados puede traer consigo saturación en las vialidades.

Aunado a esto las operaciones traen consigo la demanda de servicios y recursos como el agua, que pueden competir con los requerimientos de la población.

En la delimitación del polígono de impacto se estableció un perímetro considerando la posible interacción con población, la biodiversidad, el suelo, el agua y el aire, sin embargo, acotar todas las posibilidades de impacto en cualquier proyecto resultaría incalculable, por ello se consideran los principales efectos de las operaciones. Para seleccionar el perímetro del polígono de impacto se tomaron en cuenta las principales vialidades con ayuda Google Maps, permitiendo generar una primera zona de impacto, aunado a las principales rutas de transporte que fueron examinadas con el Sistema de Información Geográfica del uso de suelo de la Ciudad de México, arrojando como resultado solo una ruta de transporte cercana de RTP o red de transporte de pasajeros, la cual no pasa directamente por el polígono seleccionado.

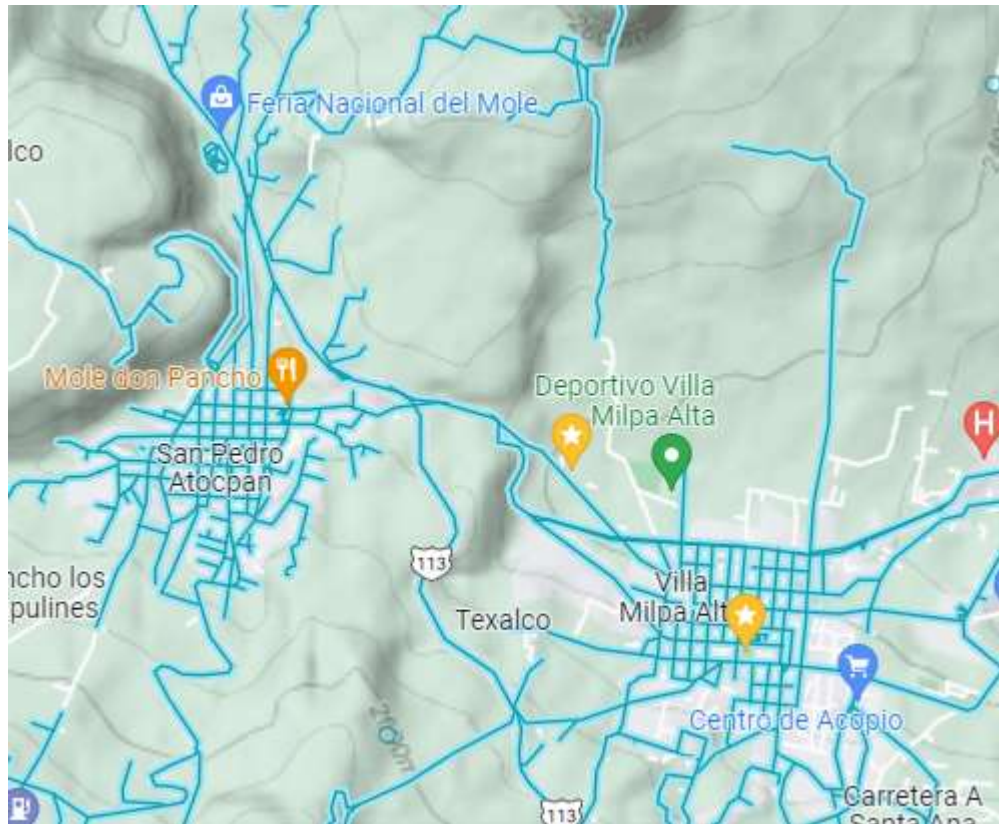


Figura 69: Principales vías de comunicación del polígono Milpa Alta (Google maps, 2022)

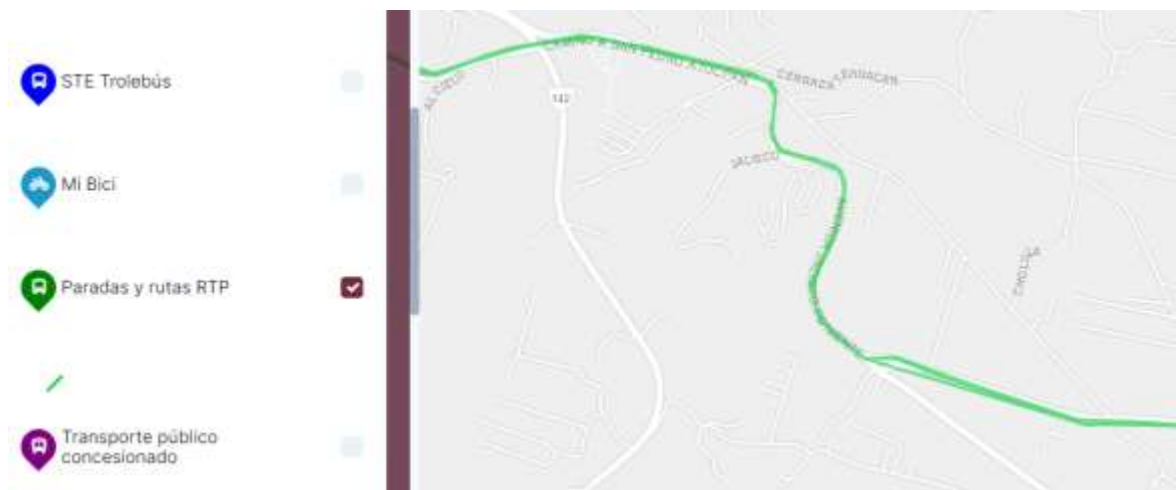


Figura 70: Rutas de transporte público del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

Posteriormente se consideró la geología local tomando en cuenta que el proyecto se encuentra en las faldas del volcán Teuhtli, el cual modeló un perímetro natural conformado por coladas de lava alrededor del polígono con una altura promedio de 2,500 metros sobre el nivel del mar en relación al polígono que se encuentra 2,400 metros sobre el nivel del mar. Para complementar dicho perímetro se consideró la altura mencionada en relación a la densidad demográfica.



Figura 71: Delimitación de área de impacto del polígono Milpa Alta (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

Como se mencionó anteriormente uno de los posibles impactos que puede generarse durante la operación de un CIREC es la dispersión de partículas como las PM10, para conocer el comportamiento de estos aerosoles es necesario entender la dinámica climática de la zona para esto se puede instalar una estación de monitoreo ambiental portátil como las que se usan en el monitoreo para la agricultura, sin embargo existen modelos realizados por CONAGUA, SEDEMA o colaboraciones realizadas con universidades, mediante los cuales se puede analizar a grandes rasgos el comportamiento de las corrientes de aire en diferentes puntos de la CDMX.

La posición geográfica en la que se encuentra el polígono del proyecto presenta el inconveniente de falta de estaciones de monitoreo cercanas, sin embargo, SEDEMA a través de la plataforma aire CDMX da a conocer diferentes modelos e informes sobre el comportamiento atmosférico de la CDMX.

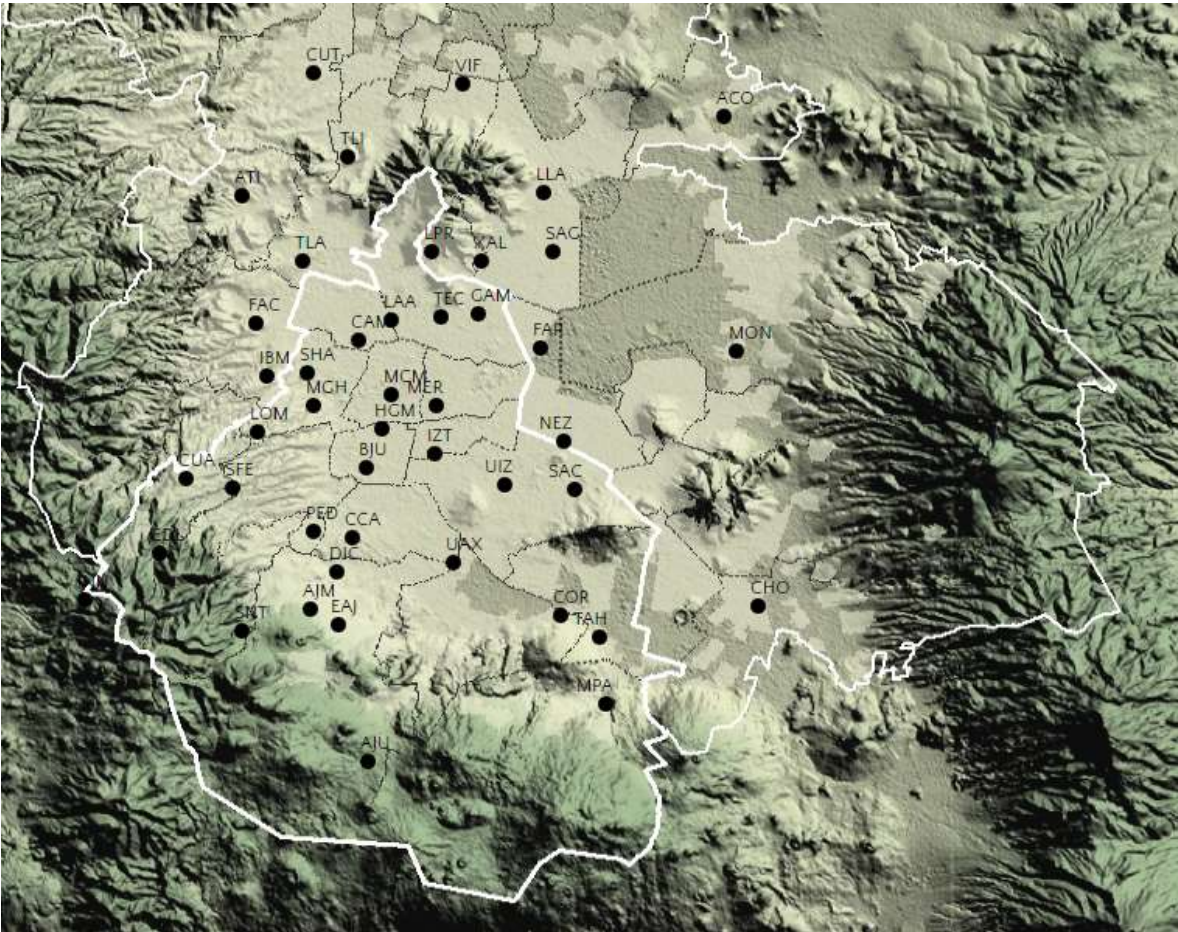


Figura 72: Estaciones de monitoreo en el Valle de México al 2022 (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

La cuenca del Valle de México cuenta con una red de monitoreo denominada Sistema de Monitoreo Atmosférico que se encarga de recopilar datos como el monitoreo de los contaminantes criterio y clima local, este sistema ofrece información pública mediante la cual se pueden generar análisis o aproximaciones de los valores locales de cada alcaldía, sin embargo el polígono Milpa Alta se encuentra fuera del rango de recopilación de datos pero es posible, generalizar aproximaciones de los fenómenos de comportamiento del aire en el polígono.

En el informe presentado por la plataforma aire CDMX en el 2005 es posible conocer el comportamiento anual de las corrientes de aire sobre la Cuenca del Valle de México en diferentes horarios, por lo que realizando un análisis de las corrientes de aire comprendidas entre las 9:00 horas y las 18:00 horas, el cual sería el horario operativo con mayor generación de partículas PM10

es posible observar que en la zona del polígono se presenta un flujo del viento promedio con una tendencia predominante al sureste.

Las líneas de flujo, corresponden al desplazamiento de las masas de aire a nivel de superficie donde las estaciones remotas del Sistema de Monitoreo Atmosférico hacen las mediciones de los parámetros meteorológicos. Geográficamente, el Valle de México cuenta con una abertura orográfica casi libre de obstáculos en la región nor-oriental, donde el terreno es plano; y otra entrada en la porción sur-oriental con las mismas características. La dirección prevaleciente de los vientos en superficie a lo largo del año ocurre con mayor frecuencia del noreste, fluyendo hacia el suroeste; sin embargo, los rasgos topográficos del Valle, y los propios de la Ciudad, dan lugar a la formación de turbulencia con zonas de confluencia y de convergencia del viento.

El viento es sumamente variante día con día, pero en análisis de períodos prolongados es posible identificar ciertos patrones de comportamiento, como un flujo de norte a sur y otro de sur a norte, cuya confluencia da lugar a la formación de un vórtice ciclónico en la región centro-sureste de la ZMVM. (Arrieta, 2016)

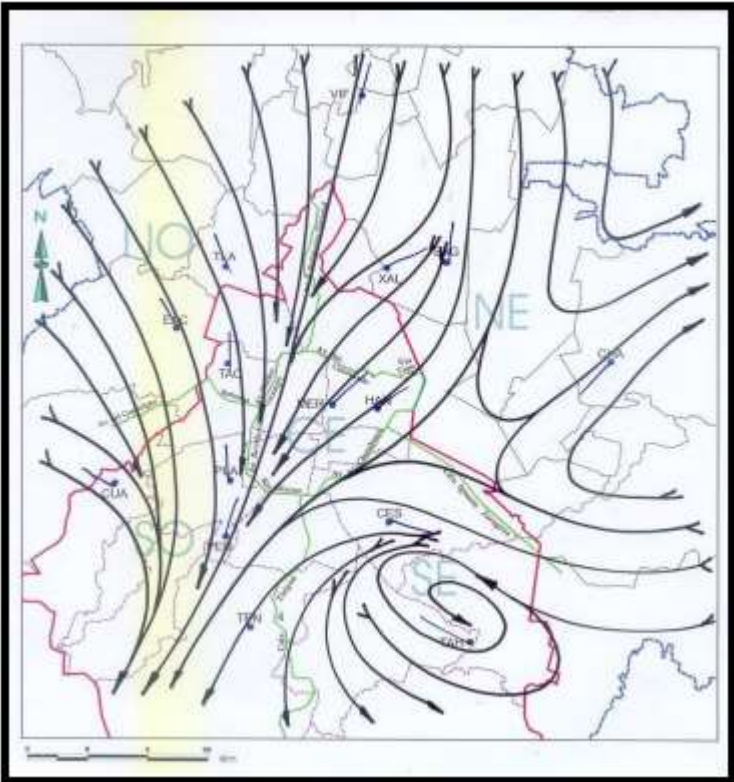


Figura 73: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 09:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

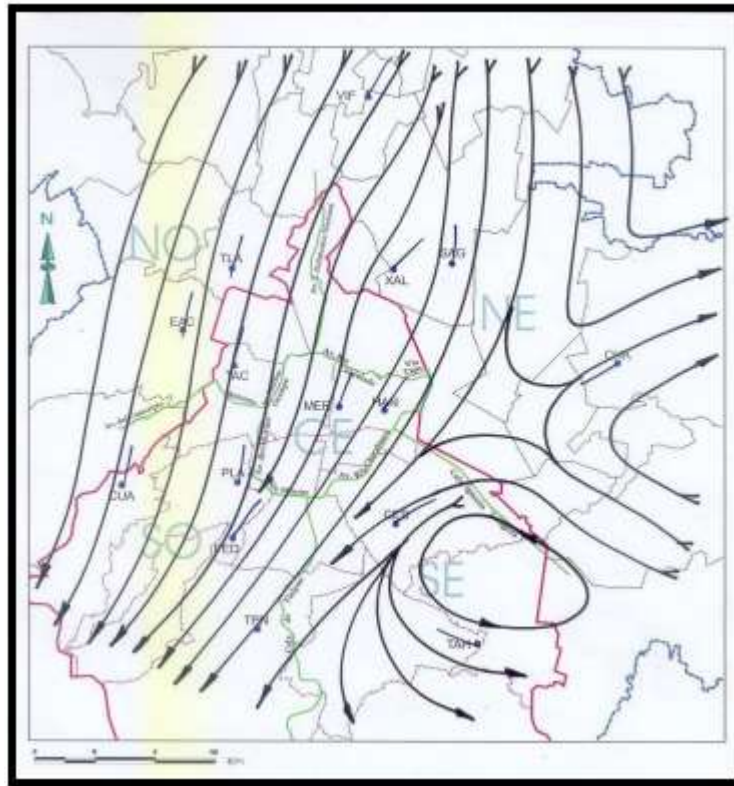


Figura 74: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 12:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

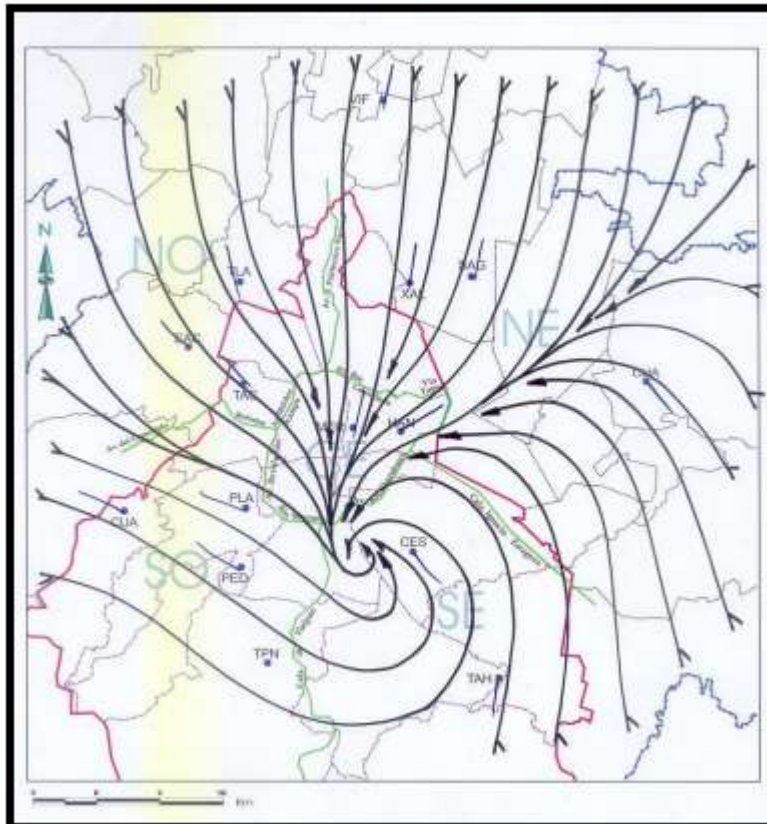


Figura 75: Líneas de flujo de viento promedio anual en el Valle de México a las 18:00 horas del polígono Milpa Alta (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

Comparando estos datos presentados en el 2022 en las estaciones de monitoreo en Chalco, Tláhuac y UAM Xochimilco, que son las que generan este análisis, se observa que las líneas de flujo de viento presentan un vórtice que indica que el comportamiento observado en 2005 es similar y demuestra un flujo predominante en el polígono con dirección con dirección al sureste.

La variabilidad del viento se ilustra mejor con el empleo de rosas de viento, la cual es una gráfica polar sobre la que se muestra la distribución de frecuencias relativas de velocidad del viento en cada una de las 16 direcciones seleccionadas. (GOB CDMX, 2005)

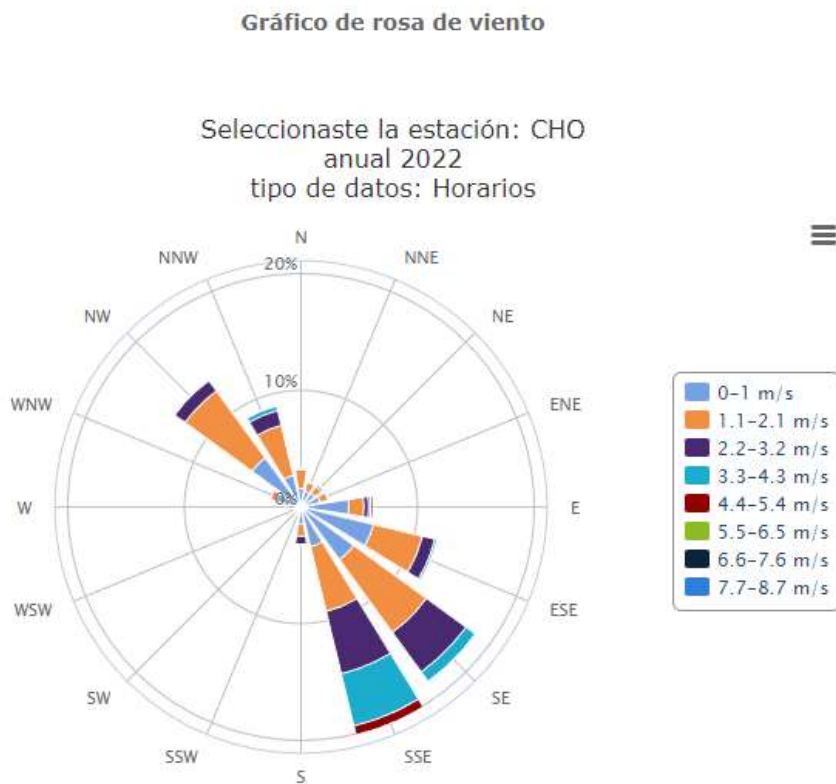


Figura 76: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación Chalco (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

Gráfico de rosa de viento

Seleccionaste la estación: TAH
anual 2022
tipo de datos: Horarios

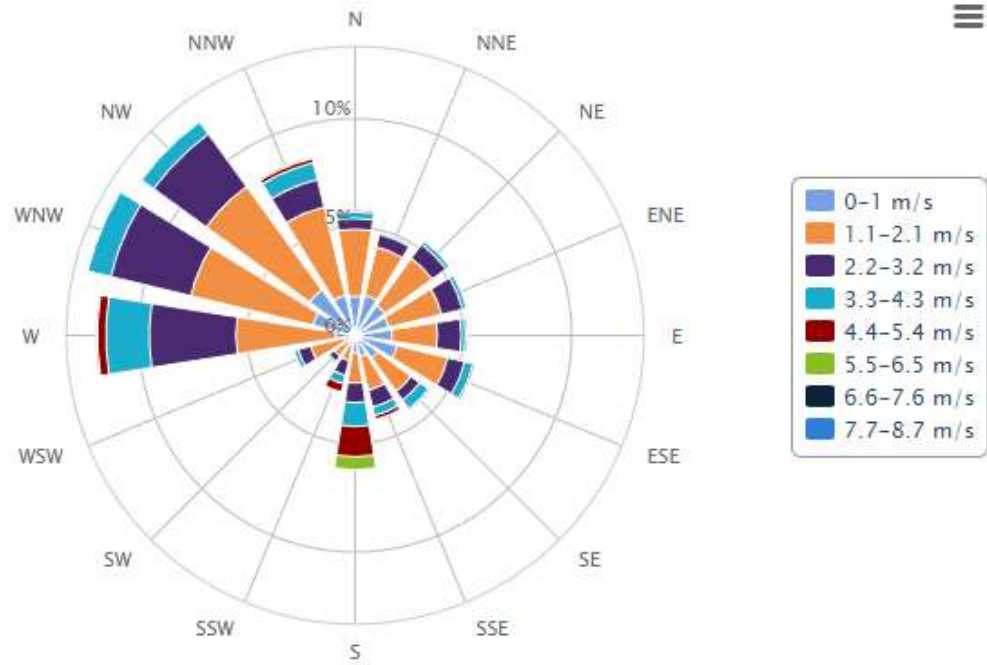


Figura 77: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación Tláhuac (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

Gráfico de rosa de viento

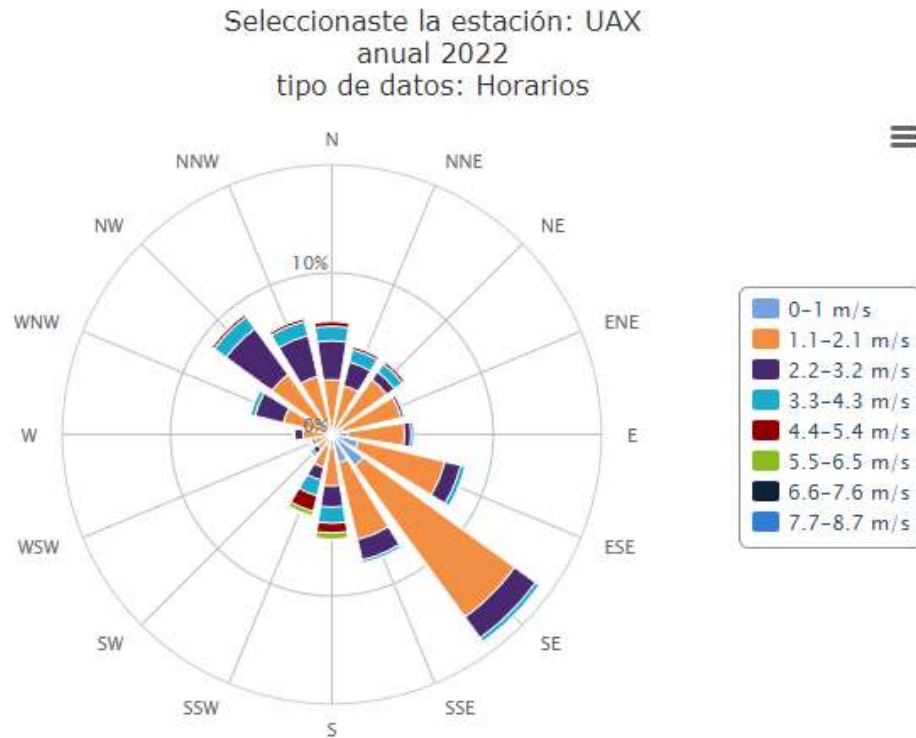


Figura 78: Promedio anual de rosa de viento registrado en la estación UAM Xochimilco (Sistema de Monitoreo Atmosférico, 2022)

El comportamiento de las corrientes de aire en la zona seleccionada para el proyecto indica que la selección de este polígono es una medida de mitigación del impacto de dispersión de las partículas PM10 dispersadas durante el procesamiento y manipulación de los residuos. Esto se debe a que la geomorfología de la zona producto del aparato volcánico produce una barrera natural con una diferencia de cotas de 100 metros. (COFEPRIS, 2017)

Sin embargo, es indispensable que durante las operaciones una de las medidas de mitigación de impactos para sea la aspersión de agua tratada durante el redimensionamiento de bloques, molienda y sobre los residuos para mitigar el desprendimiento de partículas, a su vez el almacenamiento adecuado de los agregados reciclados e insumos evita los problemas de dispersión de partículas y permite llevar un control de calidad adecuado durante la estimación de parámetros de humedad en la elaboración de concreto.

Una ventaja de la elección de este polígono es la baja densidad demográfica por lo que el ruido no representa un gran impacto, sin embargo no debe ser un factor despreciable. El terreno cuenta una elevación en la sección noroeste producto de una formación ígnea basáltica la cual aparte de permitir el almacenamiento de residuos evitando la dispersión de partículas funciona como barrera acústica, aunado a esto en la sección sur la construcción de las oficinas laboratorios y bodegas mitigan la generación de ruido por operaciones en planta, por lo que únicamente se tendría que verificar las operaciones mediante el cumplimiento de la NOM-011-STPS-2001 que regula las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Aunque las principales vialidades comprendidas dentro del polígono de impacto se pudieran ver afectadas por el tránsito de vehículos de carga pesada el diseño del CIREC optimiza el libre tránsito enfocándose en la dirección del tránsito además de que ocupa la calle posterior ubicada al norte del CIREC donde la circulación de vehículos locales es casi nula, optimizando las maniobras de carga y descarga de productos, así como para el acceso a vehículos de transporte de residuos, aunado a esto dentro del diseño se comprende un área exclusiva para maniobras vehiculares dentro de las instalaciones.

El terreno cuenta con una depresión natural en todo el predio que lo coloca en promedio 1 m por debajo del nivel de las vialidades disminuyendo aún el ruido en el entorno y evitando que el viento interactúe con los materiales almacenados. Esta depresión no es un riesgo ni modifica el flujo natural del agua ya que en general el predio cuenta con una inclinación mínima que permite un adecuado drenaje evitando riesgos por inundaciones.

En lo que respecta a los grandes volúmenes de residuos, la mitigación de impactos debe realizarse apeguándose a la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial, como los que serán producidos tras la discriminación de los residuos no aptos para la fabricación de agregados, concretos, bloques o rellenos y bases.

Dentro del CIREC existen áreas asignadas al manejo y almacenamiento de residuos, las cuales deben ser respetadas durante los procesos de transporte, así como la adecuada implementación de los planes de manejo para los residuos peligrosos que pudieran llegar a presentarse en la planta.

Susceptibilidad de laderas

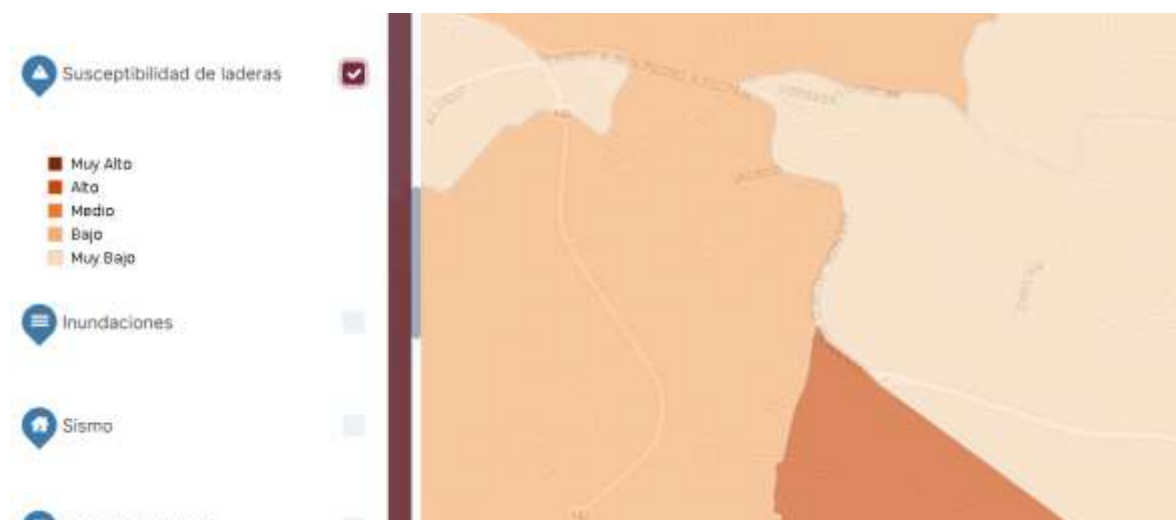


Figura 79: Susceptibilidad de laderas (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

Como se observa en los datos generados por el Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, la susceptibilidad de laderas en el polígono es muy baja.

La inestabilidad de laderas es el proceso mediante el cual el terreno busca restablecer el equilibrio gravitacional en pendientes, el desequilibrio puede ser producido por procesos antropogénicos como la remoción de terreno o construcciones. También se da por procesos naturales como eventos sísmicos o eruptivos. La inestabilidad puede ser generada por factores externos que ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, produciendo una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, disminuyendo la concentración de fuerzas resistentes.

Los mecanismos básicos de la inestabilidad de laderas están compuestos por caídos o derrumbes; generados en pendientes abruptas que presentan un comportamiento similar al de un fluido con movimientos relativos de las partículas dentro de la masa desplazada o deslizamientos; caracterizados por el descenso de material delimitado por una o varias superficies que pueden ser planas o cóncavas; causadas por licuefacción en suelos saturados de agua durante eventos sísmicos.

Al colocar el CIREC en esta zona, los riesgos generados por la inestabilidad de taludes son relativamente bajos debido a la escasa pendiente que podría desencadenar un desequilibrio gravitacional, aunado a esto a pesar de estar en una ladera de un volcán, este aparato está

conformado con una morfología de escudo por lo que la pendiente es gradual reduciendo los riesgos por incremento de energía potencial.

Susceptibilidad de inundaciones

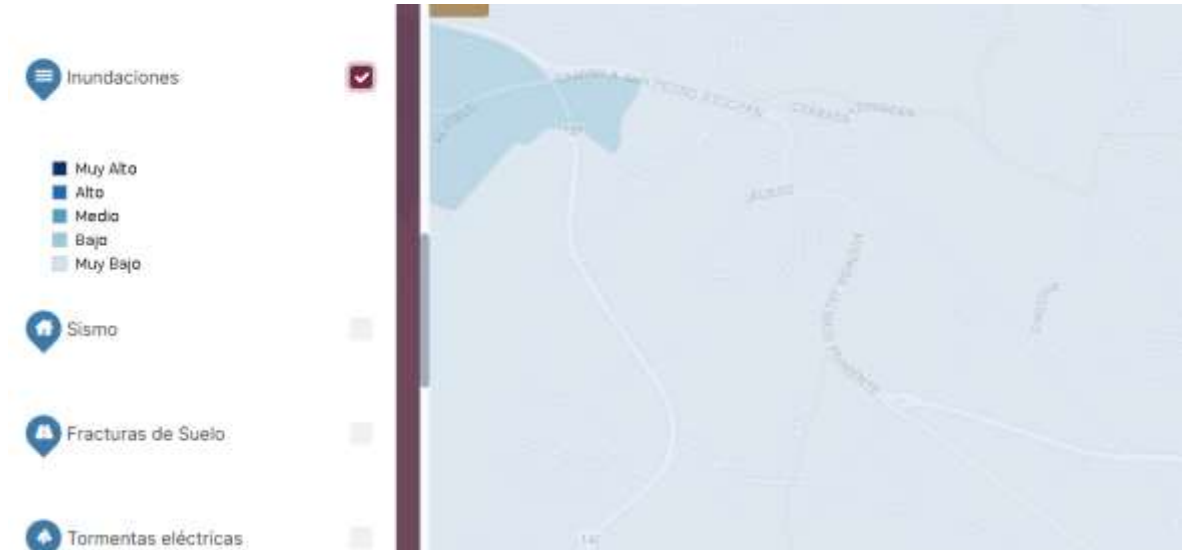


Figura 80: Susceptibilidad de inundaciones (Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México, 2022)

Según el Sistema de Información Geográfico del uso de suelo de la Ciudad de México la susceptibilidad de inundaciones en el polígono está catalogada como muy baja, y esto depende de múltiples factores entre los que se encuentran las condiciones geomorfológicas, geológicas y climáticas. En lo que respecta a la geomorfología o forma del relieve, determina la cantidad de energía potencial que puede suscitarse durante las precipitaciones debido a los ángulos presentes en el terreno, así como la capacidad de albergar determinado volumen de agua por la topografía.

La geología del sitio es uno de los factores más importantes que determinan la acumulación de agua en un terreno. La hidrogeología es la rama de la geología que se encarga de estudiar el comportamiento del agua en el ambiente geológico según las leyes de la hidráulica. (SGM, s.f.)

Como indica el INEGI el clima del polígono es templado, con una temperatura media anual de entre 12°C y 18°C, durante los meses más fríos del año, la temperatura más baja desciende hasta los -3°C y temperatura más elevada durante los meses más cálidos oscila entre los 22°C, el clima preponderante es subhúmedo, con una precipitación media anual de 200 a 1,800 mm. (INEGI, s.f.)

Las condiciones climáticas de la zona están ligadas a la susceptibilidad de inundación, debido a que están involucradas con la hidrogeología mediante la precipitación, evaporación, escurrimiento superficial y subterráneo.

Dadas las condiciones geológicas de la zona, el polígono se encuentra inmerso en el volcán Teuhtli el cual forma parte de la cuenca endorreica del Valle de México, por lo que funge como zona de recarga para el acuífero jugando un papel fundamental en los procesos hidrológicos de la zona lacustre ayudando a mantener el nivel pizométrico. (Werner, 1996)

La capacidad de infiltración de la zona está ligada a las características del lecho rocoso el cual está compuesto por rocas magmáticas basalto andesíticas, que al enfriarse trajeron consigo patrones de fracturamiento que no afectan las competencias mecánicas de la roca para la construcción del CIREC, pero si lo benefician al tener una gran capacidad de infiltración o permeabilidad efectiva.

La suma de factores como el clima relativamente húmedo pero templado sin llegar a precipitaciones de zonas tropicales, la leve pendiente presente en todo el predio y la geología de la zona permiten que el ciclo hidrológico del polígono no sufra de inundaciones a pesar de la construcción del CIREC en el predio.

5.4 Planos generales de CIREC Milpa Alta

El diseño de los planos que se presentan a continuación está basado en las características del terreno aprovechando las pendientes naturales y la geología local, además de maximizar la eficiencia operativa al emplear el acceso de la vía principal para recepción y salida de vehículos cargados con RCD y vehículos para transporte de concreto, mientras que la vía secundaria ubicada de forma paralela al polígono se aprovecha para la salida de residuos sólidos y salida de productos como bloques y agregados.

5.4.1 Descripción operativa del plano

Como se mencionó en el capítulo 4.3.1 el inicio del procesamiento de los RCD se da desde la generación de los residuos, ya que, tener una adecuada planeación durante la demolición o desmantelamiento de una edificación permite que haya mayor aprovechamiento de los residuos e incrementar la eficiencia del resto de los procesos dentro del CIREC.

La entrada de los vehículos cargados con RCD y los que transportarán el concreto se dará en el sentido de circulación de la avenida Puebla. A la entrada los vehículos serán registrados por la caseta de vigilancia y a continuación pasará el papeleo para su cotejo a las oficinas del CIREC, mientras esto

se realiza, será dirigido al área de pesaje donde se corroborarán los datos del vehículo, posterior a esto serán cargados con residuos y serán enviados a la zona de descarga y almacenamiento ubicados en la sección noroeste aprovechando la pendiente en esa zona del terreno y colocados estratégicamente según la calidad de los residuos, la composición y su pureza. Tras la descarga saldrán los vehículos aprovechando la dirección de circulación dentro de planta y la avenida.

A su vez las revolvedoras destinadas a la fabricación de concreto entrarán por la misma zona de los vehículos cargados con residuos pero se dirigirán específicamente a la zona mencionada para agilizar el proceso, la zona de fabricación de concreto estará colocada estratégicamente entre la entrada y la salida para evitar interferencias con los procesos operativos y de este modo eliminar tiempos muertos acorde al esquema propuesto en el capítulo cuarto en el área de metodologías de optimización y mejora continua de procesos en la que se habla sobre evitar tiempos muertos, eventos redundantes y mejora continua durante las actividades realizadas en planta. Esta propuesta sobre la colocación del área de fabricación de concreto está basada en el análisis de otros centros de procesamiento de residuos donde las áreas de procesos interfieren con otras actividades lo que da como resultado un monitoreo continuo de maniobras y tiempos muertos en la producción.

Las oficinas, el laboratorio y la planta de tratamiento de aguas residuales en el sótano se encuentran en un mismo edificio el cual se encarga de coordinar y monitorizar todos los procesos por lo que el vehículo revolvedor que entra a la planta debe estar el menor tiempo posible dentro de esta. A su vez el área de supervisión ubicada dentro de las oficinas, coordina las actividades de la cadena de procesamiento de RCD, según los inventarios de almacenamiento de agregados reciclados analizando junto con el equipo de ventas los volúmenes de material y la demanda de estos.

El área de almacenamiento de residuos se encuentra a un costado de la cadena de procesamiento de estos y de forma lateral a esta, es colocada estratégicamente el área de almacenamiento de agregados con la finalidad de evitar grandes desplazamientos de volúmenes de materiales.

El área de clasificación de residuos se encuentra en la parte final de la cadena de procesamiento de los RCD, la entrada de los residuos al área de clasificación se da prácticamente al mismo tiempo que son segregados, evitando perder tiempos en la última etapa de clasificación e incrementando la posibilidad de generar ganancias con ellos.

La clasificación en el área de reciclables se dará en metales, residuos plásticos, residuos papeleros, vidrio y residuos compostables. El área destinada a residuos para cogeneración de energía será

usada para el almacenamiento de residuos que presenten mayores dificultades técnicas para su reciclaje como lo son aquellos residuos procedentes de materiales conglomerados y aglomerados compuestos por fibras ricas en celulosa, residuos de poda y jardinería como ramas y troncos que puedan llegarse a encontrar mezcladas entre los RCD y que rebasen las capacidades técnicas para realizar composta eficazmente así como materiales que se puedan llegar a encontrar o producto del mantenimiento vehicular como: filtros de aire, neumáticos, etc.

La zona de almacenamiento de residuos peligrosos estará ubicada en una sección independiente la cual deberá estar adecuadamente ventilada para evitar riesgos de explosiones y en caso de ser materiales como asbesto seguir los protocolos normativos de seguridad encapsulándolos con líquidos como agua y manteniéndolos aislados para evitar la dispersión de partículas al medio ambiente.

Debido a los grandes volúmenes que pueden llegar a presentarse durante la segregación de residuos, el uso de contenedores puede llegar a dificultar las maniobras por lo que para el almacenamiento de estos es recomendable ocupar celdas de concreto evitando la interacción con el medio ambiente. Debido a que en su mayoría se trata de residuos inertes no presentan un riesgo elevado de contaminación al medio ambiente durante su almacenamiento a excepción de los residuos orgánicos, los cuales deberán ser almacenados en contenedores para facilitar su traslado.

Dentro de la zona de almacenamiento y clasificación de residuos se destinó un área específica de acceso para los vehículos de transporte optimizando las maniobras de carga de los vehículos, reduciendo tiempos y evitando interacciones con los procesos esenciales del CIREC.

Cabe aclarar que las áreas mencionadas deben ir techadas para evitar pérdidas de tiempos en las operaciones con días lluviosos.

Se destinó un área específica para la zona de fabricación de bloques y adoquines, dentro de ella hay una zona destinada para el almacenamiento y purificación de agua subterránea. Esto para cumplir con elevados estándares de calidad que serán certificados en los productos finales por el laboratorio.

En la zona de fabricación de bloques y adoquines será colocada la maquinaria destinada a estas operaciones, dicha maquinaria debe de contar con las especificaciones técnicas necesarias para

poder modificar las dimensiones de cada bloque, así como la aplicación de diferentes fórmulas de concreto y formas, diversificando el mercado y facilitando el flujo de efectivo en el área de ventas.

En el centro de la planta se ubica la zona de almacenamiento de vehículos, equipos y mantenimiento de maquinaria, de este modo se facilita el acceso desde diferentes puntos en caso de ser necesario, además de que disminuye los costos de mantenimiento y operativos a largo plazo.

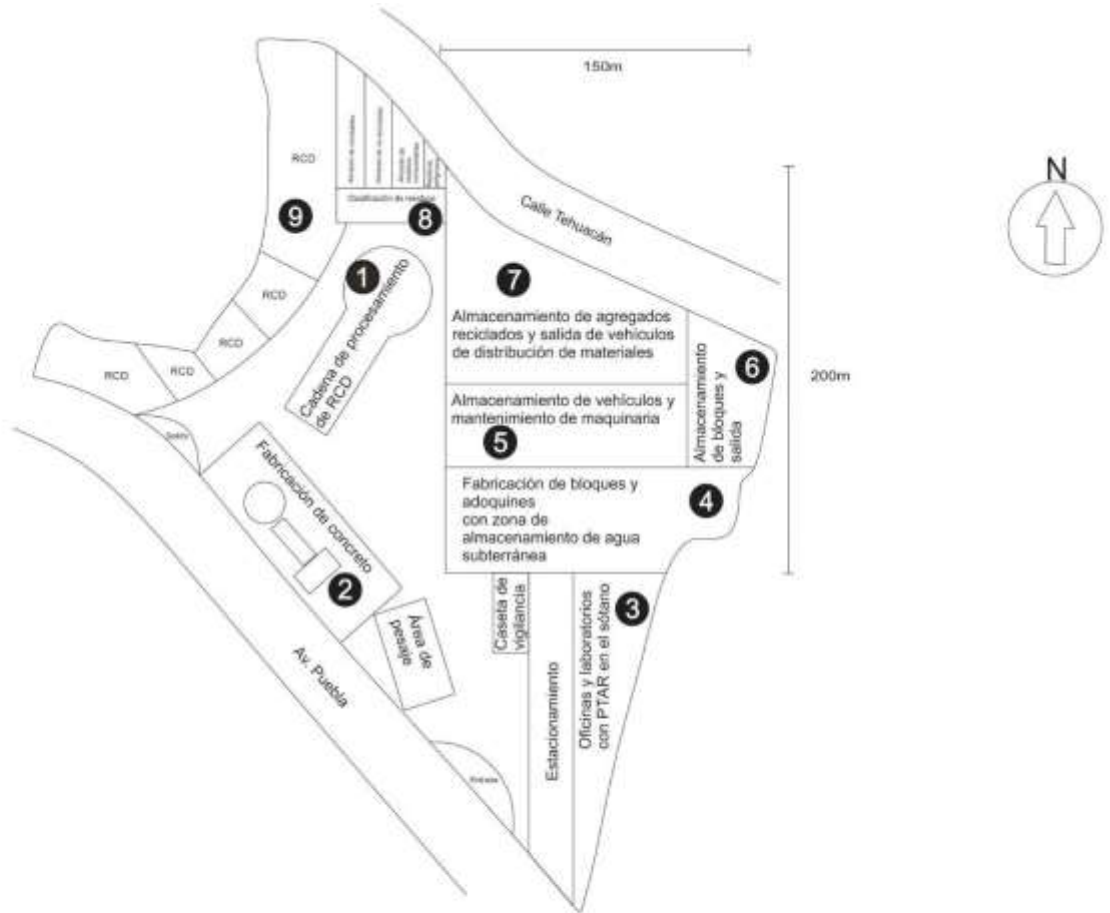
En el área de almacenamiento de bloques y salida de estos está unida el área de fabricación de bloques y debe contar con el área suficiente para el almacenamiento por lotes de acuerdo a sus especificaciones técnicas por ello debe ser independiente al área de almacenamiento de agregados reciclados. En esta área los agregados deben ser almacenados acorde a su granulometría, composición y especificaciones técnicas y contar con un área suficiente para entrada y salida de vehículos así como para maniobras de carga y descarga de materiales.

Todas las áreas de almacenamiento anteriormente mencionadas deben ir techadas con las características de una nave industrial y a pesar de que represente un mayor costo de inversión inicial incrementa la calidad de los productos y mejora la eficiencia en el control de parámetros de pureza de residuos y humedad permitiendo la diversificación de productos con el valor agregado de la economía circular.



Figura 81: Vista satelital polígono Milpa Alta (Google Earth, 2022)

El plano se desarrolló a partir del polígono original obtenido mediante SIG, permitiendo establecer una ubicación espacial que se aproxima más a un entorno real.



Plano Polígono Milpa Alta			
Área del Polígono: 62,121 m ² Altitud: 2,433 m	Coordenadas: 19°12'11.80" N, 99°02,07.64"	Largo: 370 m Ancho: 415 m	Propuesta de organización espacial

Figura 82: Plano general polígono Milpa Alta (Elaboración propia)

- 1.- Cadena de procesamiento de RCD.
- 2.- Fabricación de concreto.
- 3.- Oficinas y laboratorios con PTAR en el sótano y sistema de captación pluvial en el techo del edificio.
- 4.- Fabricación de bloques y adoquines con zona de almacenamiento de agua subterránea.
- 5.- Almacenamiento de vehículos y mantenimiento de maquinaria.

6.- Almacenamiento de bloques y salida para distribución.

7.- Almacenamiento de agregados reciclados, agregados vírgenes para la fabricación de concreto y bloques con salida de vehículos para distribución de materiales.

8.- Zona de clasificación, almacenamiento y salida de residuos no aptos para la fabricación de agregados, rellenos, bases, bloques y concretos.

9.- Zona de almacenamiento de RCD.

5.4.2 Planos por área

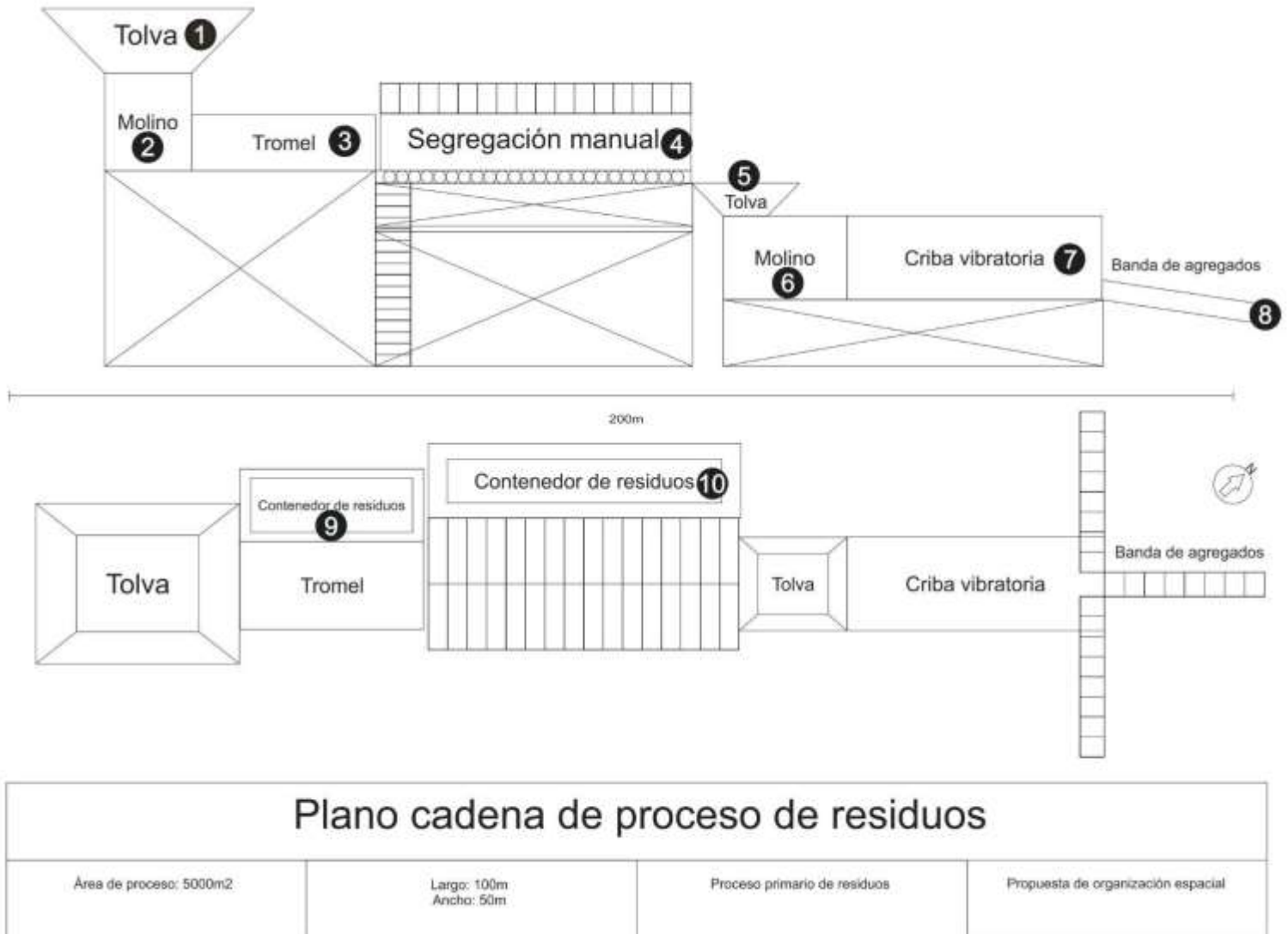


Figura 83: Plano cadena de proceso Milpa Alta (Elaboración propia)

1.- Tolva: La selección de materiales en la construcción de este elemento debe presentar la máxima resistencia posible, preferentemente de acero al carbón o inoxidable reforzado, debido a la naturaleza del proceso que va a efectuar ingresando los residuos en bruto o con un mínimo procesado de redimensionamiento, generando un flujo másico que puede producir un desgaste acelerado en esta sección si los parámetros de uso no son calculados adecuadamente. (MS Ingeniería, 2020)

2.- Molino de martillos: Los molinos de martillos permiten triturar los residuos mediante impactos generados por soleras metálicas sujetas a un rotor.

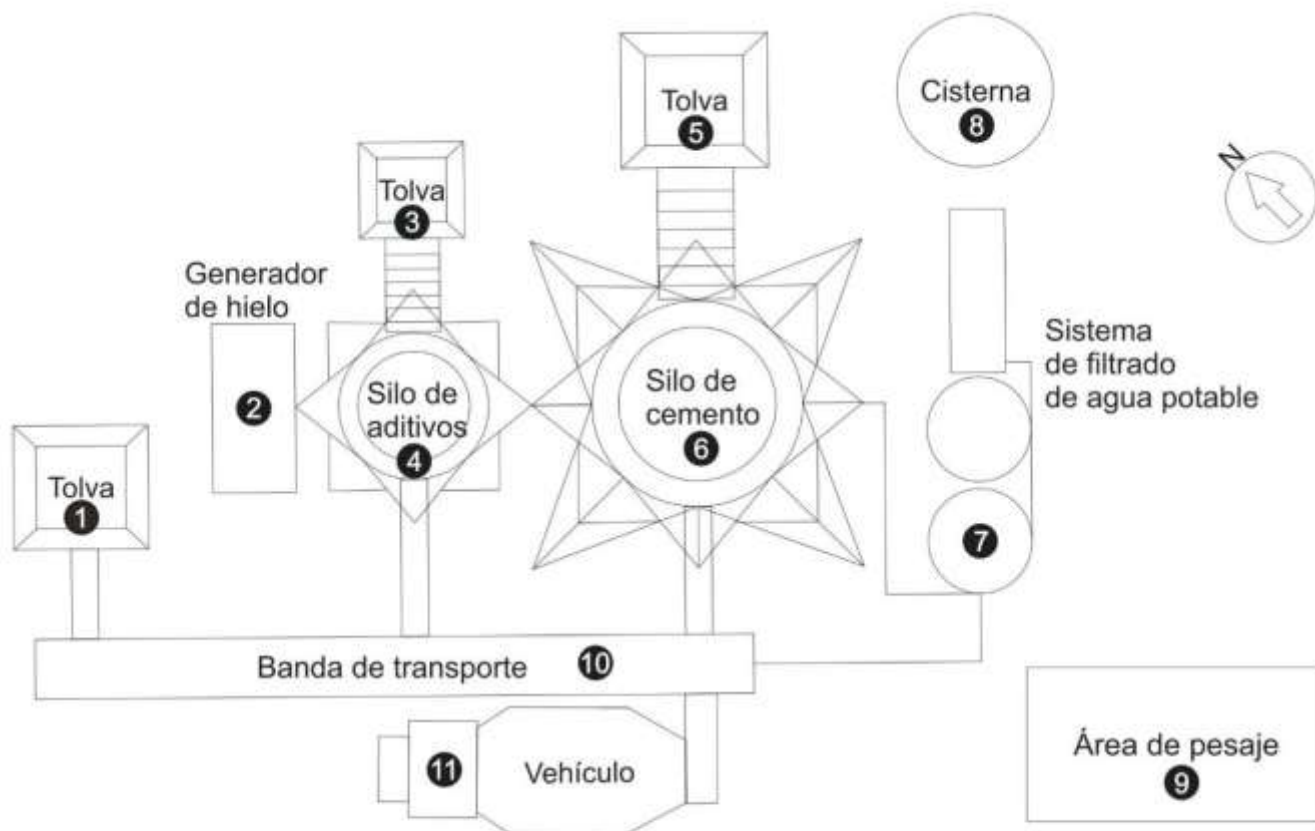
3, 9.- Tromel y contenedor de residuos: Este equipo permite la segregación de materiales mediante una criba giratoria que separa residuos de mayor dimensión como ramas o materiales metálicos que se encuentren mezclados con los residuos.

4, 10.- Segregación manual: Esta sección se compone por una banda que transporta los residuos redimensionados por el molino de martillos. En la banda el personal separa los materiales que no son aptos para la fabricación de concreto colocándolos en los contenedores correspondientes para su posterior clasificación, procesamiento, venta o plan de manejo.

5.- Tolva secundaria: En esta tolva los residuos son depositados de manera más controlada debido a la uniformidad de los materiales, sin embargo al igual que la tolva de ingreso de materiales brutos, esta debe de contar con características similares que reduzcan el desgaste de los materiales.

6, 7.- Molino y cribas: Está compuesto por soleras metálicas de alta resistencia que trituran los materiales hasta alcanzar la granulometría deseada, posteriormente los materiales son pasados por cribas vibratorias que separan los materiales por las dimensiones seleccionadas en las cribas.

8.- Bandas de agregados: transportan los materiales procesados dividiéndolos en montículos de granulometrías específicas.



Plano área de fabricación de concreto

Figura 84: Plano área de fabricación de concreto Milpa Alta (Elaboración propia)

1.- Tolva de ingreso de agregados: En esta área se ingresan los agregados reciclados y vírgenes con la finalidad de obtener la fórmula especificada por el cliente y el laboratorio.

2.- Generador de hielo: El generador de hielo en escamas permite la elaboración de concretos especializados con características particulares para cada cliente, reduciendo la temperatura tras el mezclado y evitando el endurecimiento prematuro de la mezcla.

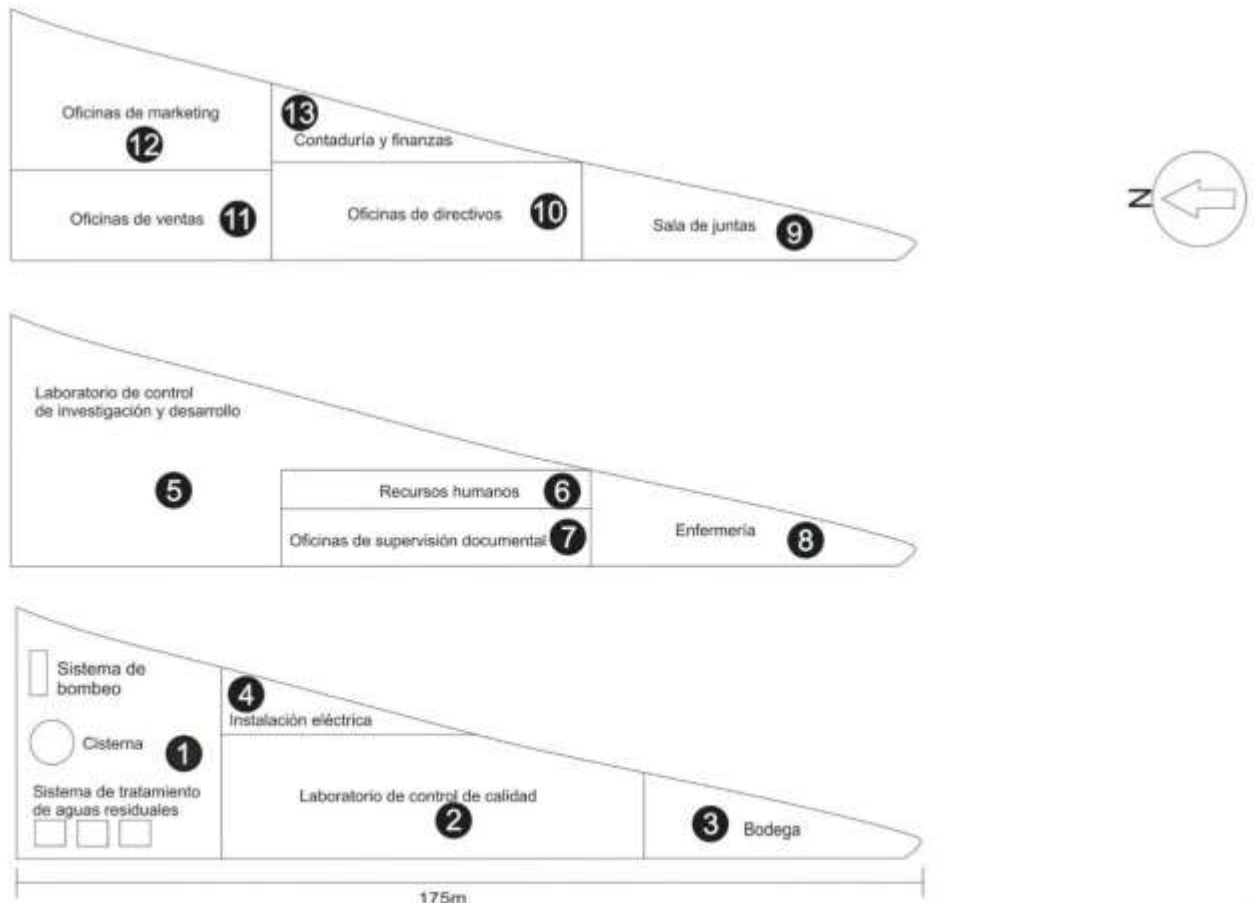
3, 4.- Tolva y silo de aditivos: La incorporación de aditivos permite tener una diversificación de productos en el mercado cumpliendo con las demandas de cada cliente.

5, 6.- Tolva y silo de cemento: En esta zona se almacena el cemento de manera adecuada evitando alteraciones en los controles de humedad, manteniendo un adecuado control de calidad.

7, 8.- Sistema de filtrado de agua potable y cisterna: Controlar los parámetros de calidad del agua eliminando las variables de cambios de concentraciones en iones disueltos en el agua potable permite obtener mezclas de concretos específicos con una mayor calidad.

9.- Área de pesaje: El área de pesaje ayuda a llevar un adecuado control del balance de materia de los productos que salen del CIREC.

10, 11.- Banda de transporte y vehículo revolvedora: El transporte de los materiales y la adecuada mezcla de estos van coordinados con el laboratorio el cual determina la fórmula y tiempos de mezclados para que los clientes obtengan la mezcla deseada evitando rechazos, tiempos muertos y pérdidas económicas.



Plano de oficinas y laboratorios

Figura 85: Plano de oficinas y laboratorios Milpa Alta (Elaboración propia)

1.- Sistema de captación pluvial con tratamiento de aguas residuales: Este sistema conecta todo el edificio colectando las lluvias, canalizándolas a una cisterna para su posterior bombeo a las áreas donde sean requeridas como el control de la dispersión de partículas PM10.

El sistema de captación pluvial es uno de los requisitos para obtener las licencias de construcción especiales en áreas con uso de suelo agrícola y debe ser aprobado por el Sistema de aguas de la CDMX, además de permitir ahorrar en los costos de consumo de agua.

El sistema de tratamiento de aguas residuales procesa el agua mediante la oxidación de la materia orgánica y posteriormente se eliminan los patógenos mediante la cloración, por último el efluente es canalizado a una cisterna de donde es bombeada a los procesos que requieran aguas tratadas.

2.- Laboratorio de control de calidad: Esta área está en contacto constante con distintos procesos ejecutados en la planta y a su vez se relaciona con las secciones de ventas, supervisión, almacenaje y producción de concretos y bloques. Este laboratorio debe contar con equipos para realizar pruebas de resistencia de materiales, picnómetros para determinar la densidad de estos, balanzas, estufas para determinación de porcentajes de humedad, etc.

3.- Bodega: Está diseñada para almacenar equipos y materiales que no se ocupen cotidianamente, sin embargo, esta área está destinada únicamente al almacenaje que requiera el edificio, de lo contrario puede interferir con las operaciones realizadas en otras áreas.

4.- Instalación eléctrica: La instalación eléctrica debe contar con todas las medidas de seguridad para que los operarios realicen correctamente sus funciones, además de contar con todos los estándares y normativas para instalaciones industriales que permitan la operación adecuada de los laboratorios.

5.- Laboratorio de control de investigación y desarrollo: En esta área se desarrollan las tecnologías que permiten la evolución y adaptación continua del CIREC a las demandas de nuevos materiales para la industria. Además debe contar con todos los equipos necesarios para permitir que las operaciones se ejecuten de manera independiente y así agilizar el trabajo.

6.- Recursos humanos: En esta zona se realiza la gestión de personal así como contratos temporales con técnicos especializados para desarrollo de productos y en campañas publicitarias.

7.- Oficinas de supervisión documental: En esta unidad se efectuará la revisión documental, de compras, ventas, gestión de ingreso de residuos, etc.

8.- Enfermería: La enfermería es una sección esencial en cualquier complejo industrial ya que aparte de brindar primeros auxilios ante cualquier incidente, puede brindar atención médica básica a todo el personal.

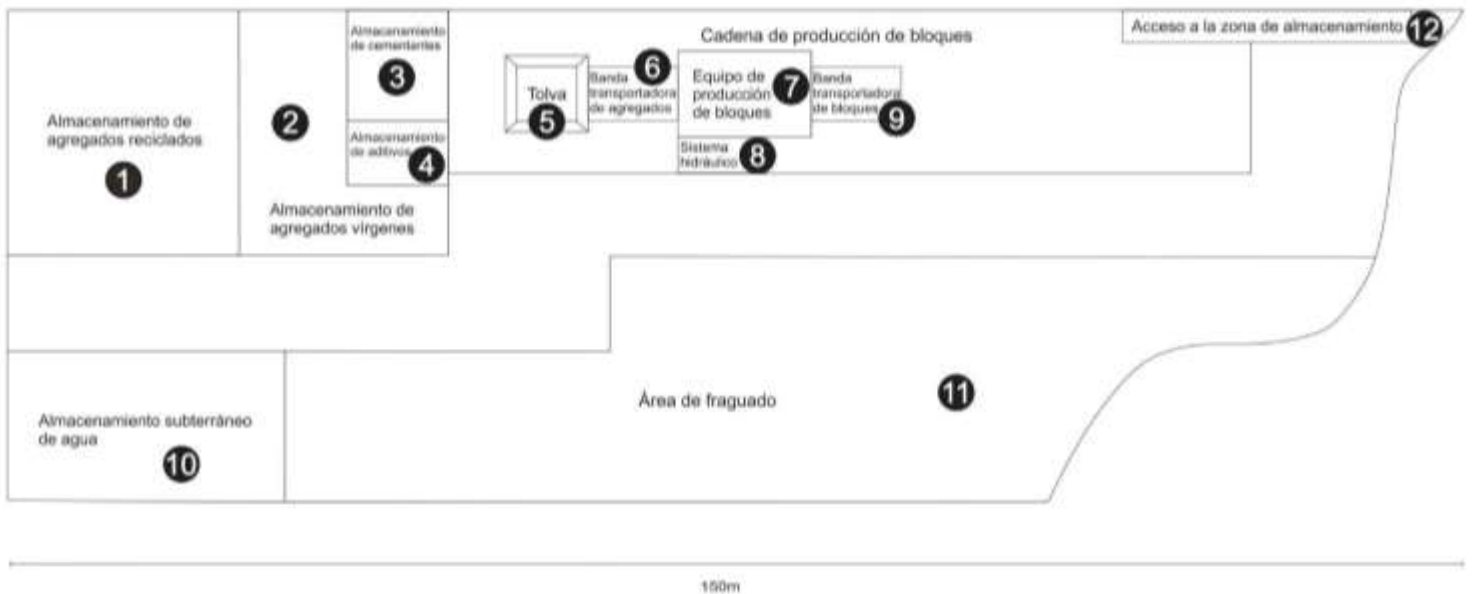
9.- Sala de juntas: Permite celebrar eventos y reuniones de planeación y con clientes.

10.- Oficinas de directores: Es la zona donde los encargados de la planta coordinan las acciones y decisiones del CIREC.

11.- Oficinas de ventas: Son los encargados de administrar las ventas de los productos de las plantas.

12.- Oficinas de marketing: Es donde se planean las campañas publicitarias y promociones que incentivan las ventas y cultura del reciclaje de residuos durante la demolición o construcción de edificios o viviendas.

13.- Contaduría y finanzas: Es el área encargada de la administración, inversión, presupuestos, pagos de impuestos, etc.



Fabricación de bloques y adoquines con zona de almacenamiento de agua subterránea

Figura 86: Plano de fabricación bloques y adoquines Milpa Alta (Elaboración propia)

1.- Almacenamiento de agregados reciclados: Almacenamiento de agregados para la producción de bloques.

2.- Almacenamiento de agregados vírgenes: Almacenamiento de agregados vírgenes para la producción de bloques con especificaciones por cliente.

3.- Almacenamiento de cementantes: Área de almacenamiento de cementantes específicos para la fabricación de bloques.

4.- Almacenamiento de aditivos.

5.- Tolva: Zona de vertido de materiales por batch o por lotes.

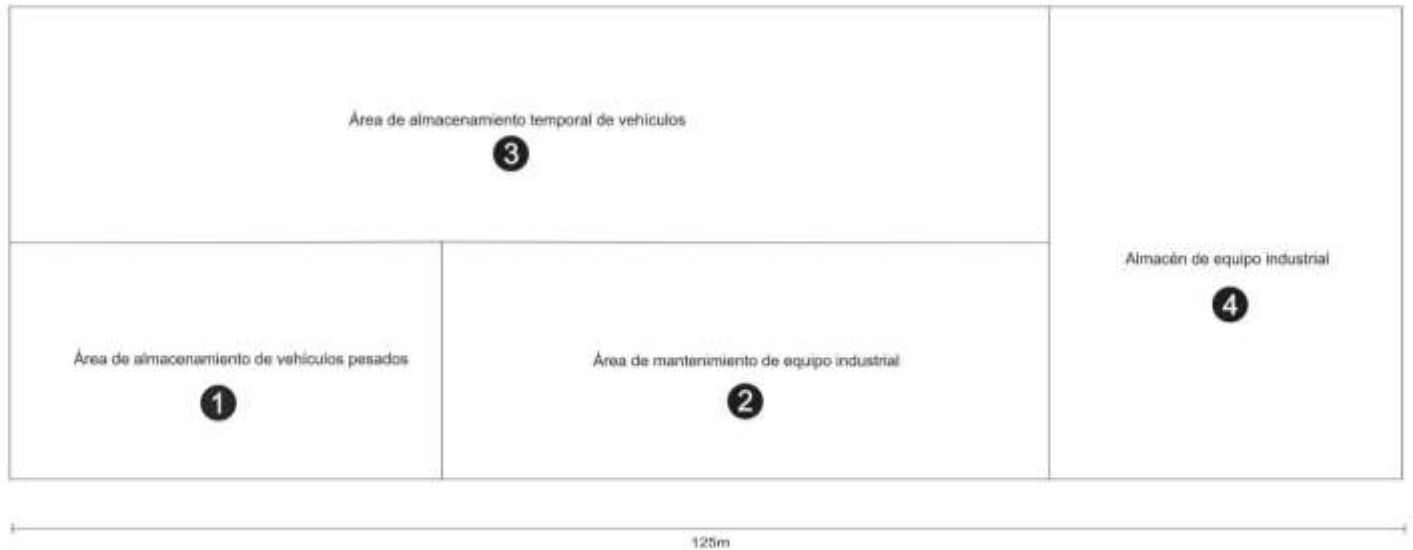
6.- Banda transportadora: En esta sección se transportan las materias primas para la producción de bloques.

7, 8, 9.- Equipo de producción de bloques: El equipo cuenta con una revoladora y un sistema que calcula la humedad necesaria para la producción de los bloques especificados. Los bloques son formados por un sistema hidráulico que moldea los productos en bloques y los desplaza por la banda transportadora donde los operarios los recolectan y los transportan al área de fraguado.

10.- Almacenamiento subterráneo de agua: El almacenamiento de agua subterránea permite tener un área de maniobra mayor haciendo más eficientes los procesos.

11.- Área de fraguado: Los bloques requieren de un periodo de fraguado por ello es necesario contar con un área asignada que continúe con las diferentes operaciones de carga y descarga de materiales.

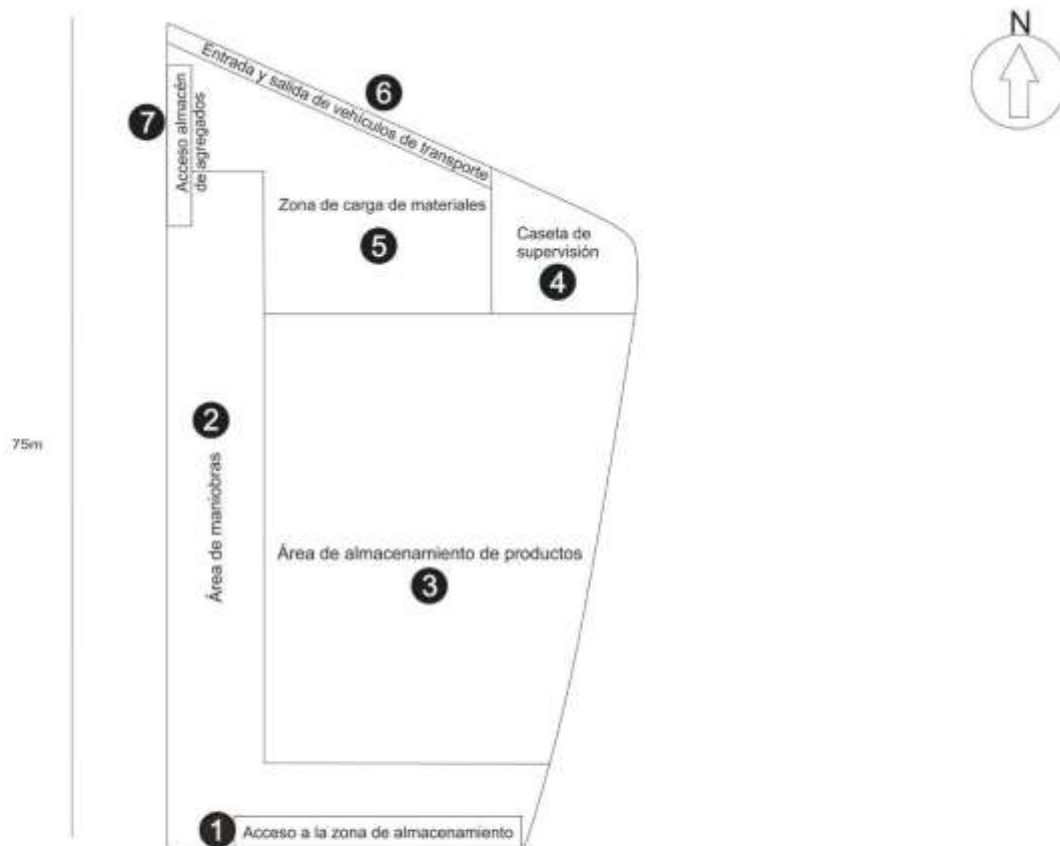
12.- Acceso a la zona de almacenamiento: Cuenta con acceso directo interno a la zona de almacenamiento de bloques que a su vez está conectada internamente con el área de almacenamiento de áridos con la finalidad de tener una mayor eficiencia de procesos y evitar interrupciones con las diferentes maniobras de patio y operaciones.



Almacenamiento de vehículos y mantenimiento de maquinaria

Figura 87: Almacenamiento de vehículos y mantenimiento de maquinaria Milpa Alta (Elaboración propia)

- 1.- Área de almacenamiento de vehículos pesados: Esta área está destinada únicamente para el almacenamiento de vehículos industriales, para evitar accidentes o tiempos muertos.
- 2.- Área de mantenimiento de equipo industrial: El mantenimiento de equipo puede realizarse en esta área, evitando afectaciones a otros procesos.
- 3.- Área de almacenamiento temporal de vehículos: En esta sección se pueden estacionar temporalmente vehículos como pick ups.
- 4.- Almacén de equipo industrial: Está destinado al almacenamiento de equipo como martillos hidráulicos o equipos de compresión.



Almacenamiento de bloques

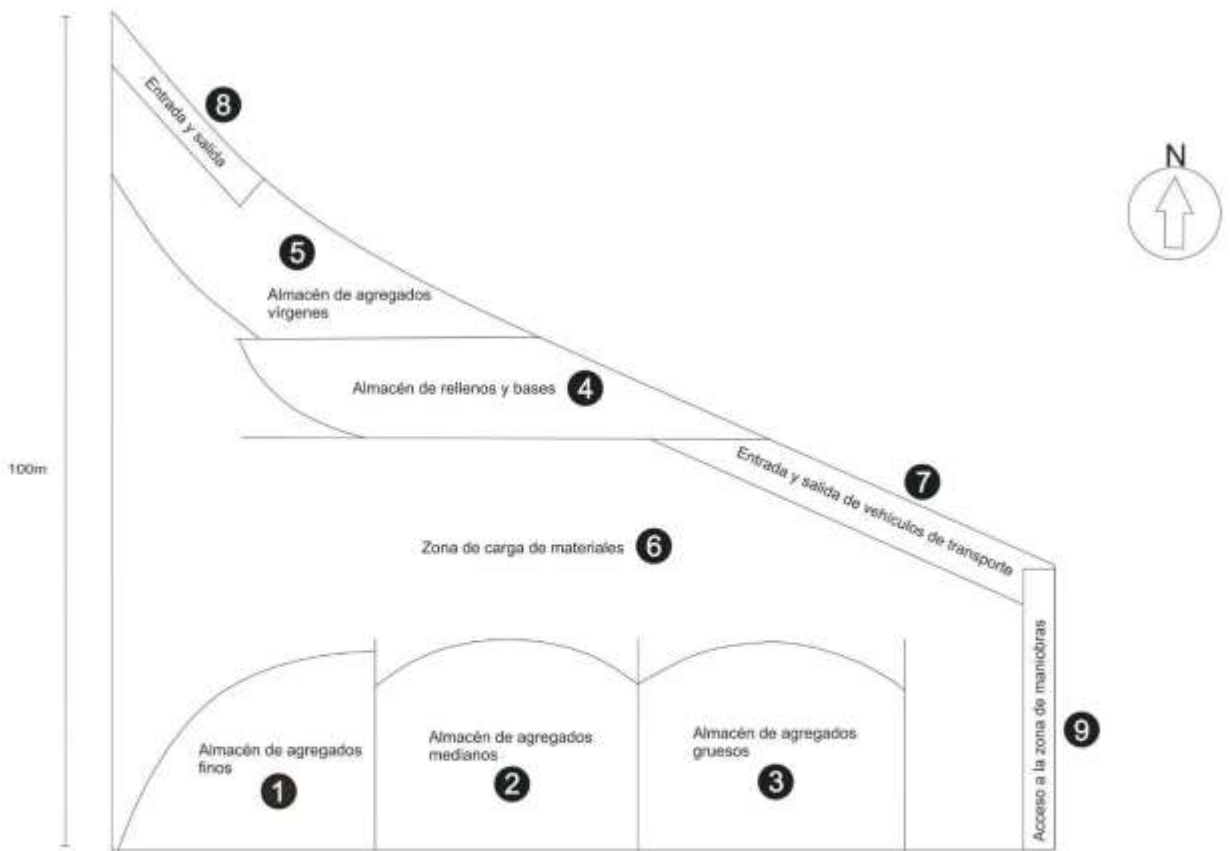
Figura 88: Almacenamiento de bloques Milpa Alta (Elaboración propia)

1, 2, 7.- Acceso a la zona de almacenamiento, almacén de agregados y área de maniobras: La conexión interna entre el área de fabricación de bloques el almacén de los mismos y el almacén de agregados incrementa la eficiencia, sin interrumpir otras operaciones.

3.- Área de almacenamiento de productos.

4.- Caseta de supervisión: Desde este punto es posible supervisar operaciones en la sección noreste del CIREC, además de ser un punto estratégico por el que tienen que pasar todos los vehículos por la dirección de circulación en la vía pública.

5, 6.- Zona de carga de materiales, entrada y salida de vehículos: En esta sección entran los vehículos para desplazar los productos para distribución o venta al público.



Almacenamiento de agregados reciclados

Figura 89: Almacenamiento de agregados reciclados Milpa Alta (Elaboración propia)

1, 2, 3.- Almacén de agregados finos, medianos y gruesos: Tras el procesamiento de los residuos y la fabricación de agregados reciclados, se procede al almacenaje de acuerdo a su granulometría. Se pensó en el almacenamiento de los agregados en bodega para lograr un mayor control de calidad en la fabricación de concretos y bloques, eliminando los factores climáticos que pueden alterar el porcentaje de humedad y contaminar los agregados.

4.- Almacén de rellenos y bases: Los materiales no aptos para la fabricación de concretos deben ser almacenados de manera independiente con la finalidad de evitar contaminación en los agregados.

5, 8.- Almacén de agregados vírgenes: Esta sección cuenta con una entrada independiente que agiliza los procesos dentro de la planta debido a que únicamente entrarán vehículos para la descarga de materiales.

6, 7.- Zona de carga de materiales y acceso de vehículos: La entrada y salida de vehículos va coordinada con la caseta de vigilancia y las oficinas administrativas evitando tiempos muertos.

9.- Acceso al almacén de bloques: Este acceso evita alterar otras cadenas de procesos y conecta esta área con la de fabricación de bloques.

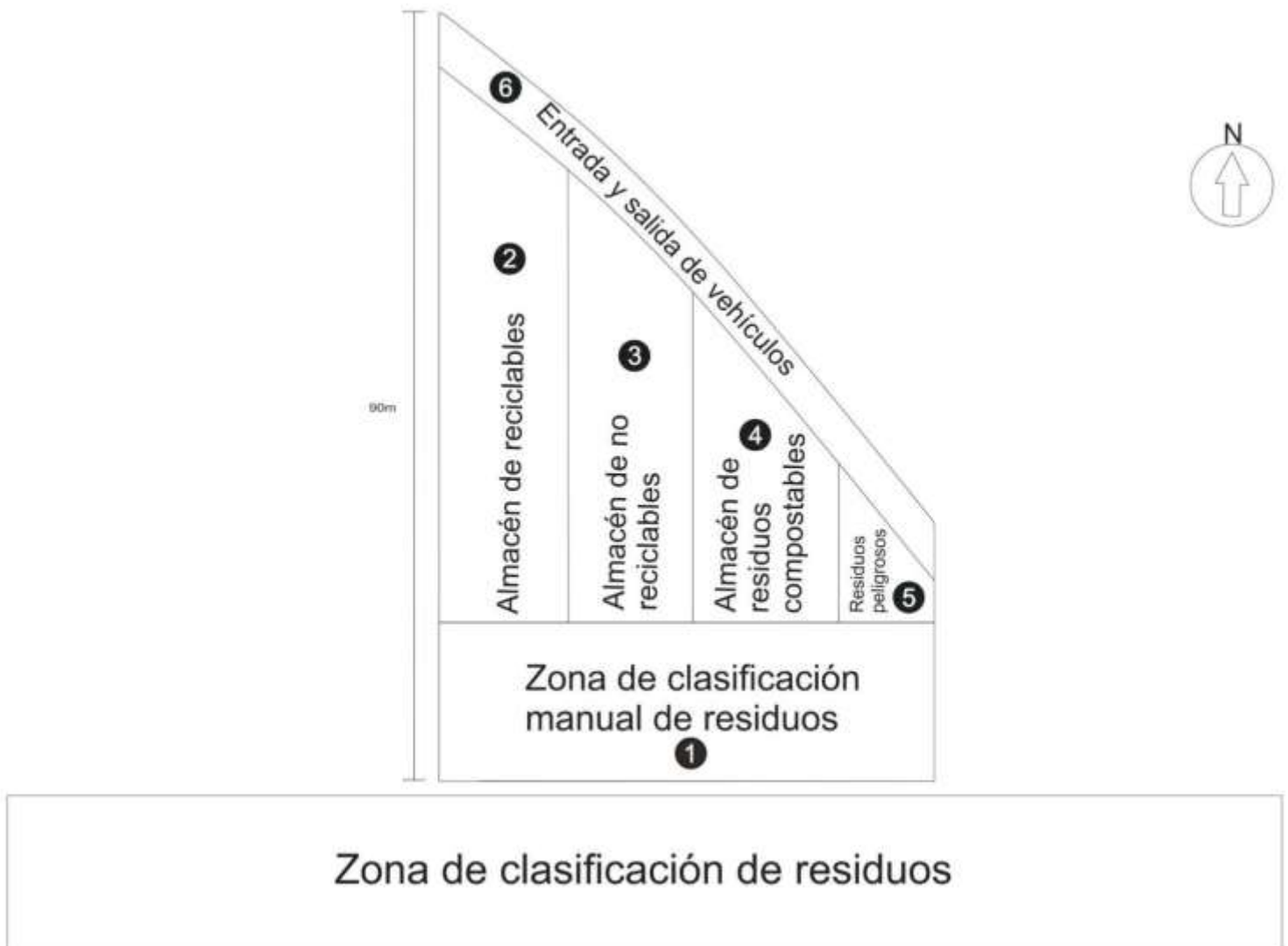
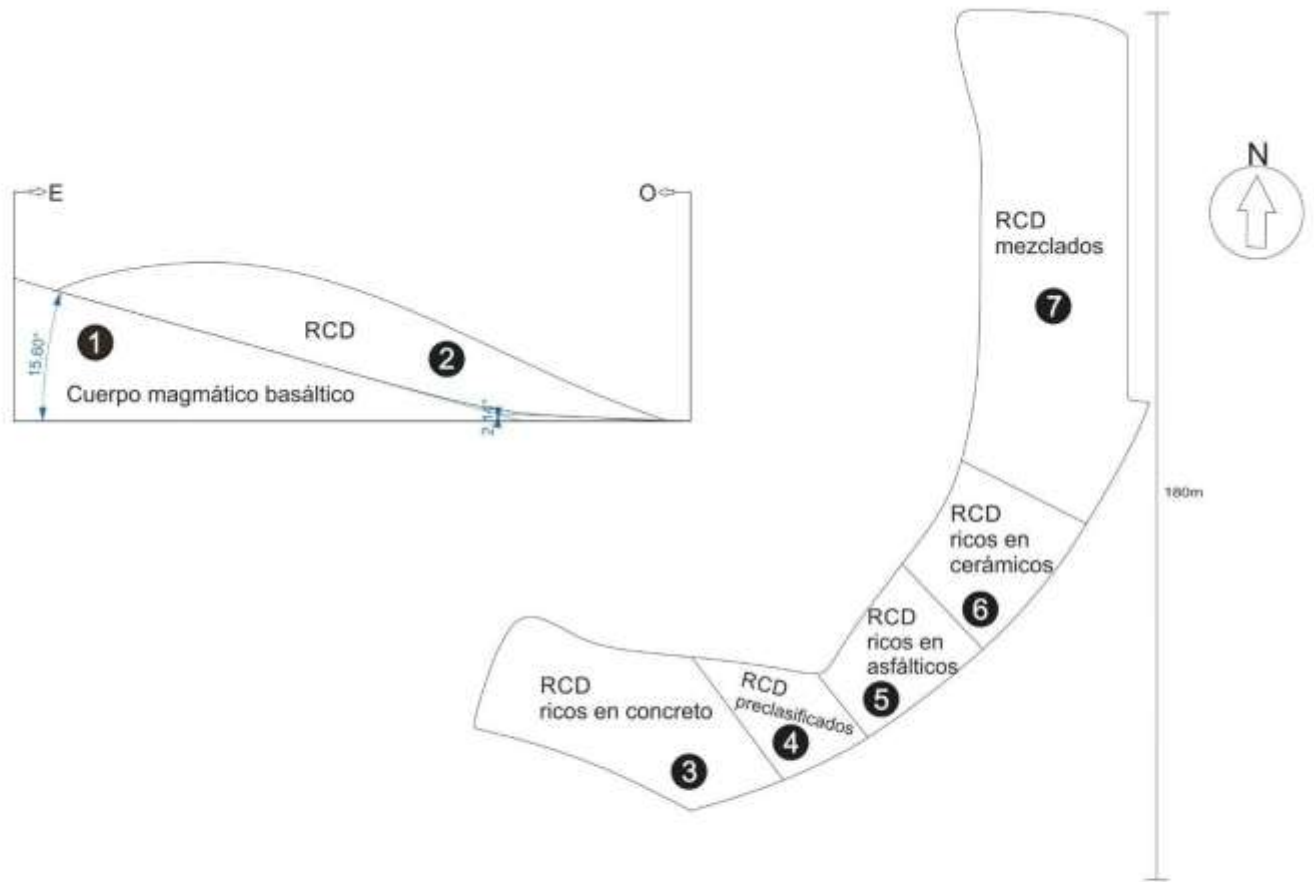


Figura 90: Zona de clasificación de residuos Milpa Alta (Elaboración propia)

- 1.- Zona de clasificación de residuos: Los residuos generados tras la segregación de materiales no aptos para la fabricación agregados, rellenos o bases, ingresan a esta área donde son clasificados manualmente separándolos en reciclables, no reciclables, compostables y residuos peligrosos.
- 2.- Almacén de residuos reciclables: En esta sección los residuos deben ser debidamente clasificados en metálicos, plásticos, vidrio y papeleros debido a que esta sección del CIREC puede llegar a generar ingresos importantes para el flujo de efectivo.
- 3.- Almacén de residuos no reciclables: Todos aquellos residuos que no sean aptos para el reciclaje pero no pertenezcan a la fracción orgánica, ni a residuos peligrosos deben ser sujetos a un plan de manejo debido al volumen de residuos generados.
- 4.- Almacén de residuos compostables: Los residuos compostables deben ser sujetos a un plan de manejo, en el que preferentemente sean aprovechados para la producción de composta y posterior empleo en la producción agraria próxima al CIREC.
- 5.- Almacén de residuos peligrosos: Los residuos peligrosos deben estar almacenados de acuerdo a la normatividad y estar sujetos a un plan de manejo. Los costos para el manejo de estos residuos provienen de las multas impuestas a los generadores que ingresen residuos contaminados al CIREC.
- 6.- Entrada y salida de vehículos: La sección de la salida de residuos cuenta con salida independiente, mejorando la eficiencia y aprovechando que las maniobras únicamente son de salida de materia.



Plano Polígono de almacenamiento de RCD

Área del Polígono: 7500 m ²	Largo: 180 m	Ancho: 150 m	Propuesta de organización espacial
--	--------------	--------------	------------------------------------

Figura 91: Polígono de almacenamiento de RCD Milpa Alta (Elaboración propia)

1.- Cuerpo magmático basáltico: Este afloramiento de composición basáltica a basáltica andesítica, presenta una pendiente de 15.6° que posteriormente cambia a 2.14°, funge como barrera contra la remoción eólica de partículas, barrera acústica y almacén de RCD.

2.- RCD: Los residuos pueden ser depositados en la barrera magmática natural, evitando la dispersión de estos a otros predios. En esta zona los residuos serán segregados manualmente buscando la mayor cantidad de contaminación de estos, para evitar problemas en procesos futuros. Además de que permite identificar materiales peligrosos que pongan en riesgo la salud humana.

3.- RCD ricos en concreto: Estos residuos son los más aptos para la fabricación de agregados reciclados.

4.- RCD pre clasificados: Zona de almacenamiento en la que los residuos que se encuentran pre clasificados como sobrantes de agregados son depositados.

5.- RCD ricos en asfálticos: Estos residuos deben ser procesados por batch o lotes con la finalidad de obtener un agregado de alta calidad, apto para la fabricación de pavimento.

6.-RCD ricos en cerámicos: Estos residuos son aptos para la fabricación de rellenos, bases y algunos bloques.

7.- Los residuos mezclados que ingresen al CIREC serán recibidos con la condición de pagar un mayor costo para cubrir el flujo de efectivo y la segregación extra.

5.5 Análisis local del polígono

5.5.1 Costo de polígono y requerimientos para el desarrollo del proyecto

La selección del polígono Milpa Alta tiene grandes ventajas como tener el valor catastral más bajo de la CDMX, lo que reduciría considerablemente los costos de inversión inicial y en el caso de que la demanda incremente gradualmente como se plantea en el análisis financiero se prevé la apertura de una segunda planta la cual sería más económica aprovechando la cercanía con la primera y permitiría agilizar muchos de los procesos que implicaría esta expansión.

Realizando una búsqueda en el Sistema de Información Geográfica de la CDMX y Sistema de Información Estadística y Geográfica de la CDMX, no es posible encontrar datos sobre el valor catastral del predio seleccionado por lo que es posible realizar una búsqueda en la base datos del Sistema Abierto de Información Geográfica de la CDMX y el portal de datos de la CDMX.

Tabla 23: Valor catastral Milpa Alta

Calle	Código postal	Colonia o predio	Área m2	Área de construcción m2	Uso	Valor unitario del suelo MXN	Valor total MXN	Colonia y cumplimiento
Av Puebla S/n	12000	Sta Martha	1098	40		139.57	153247.9	BARRIO SANTA MARTHA
Av Puebla S/n	12000	Sta Martha	2546	3455		139.57	355345.2	BARRIO SANTA MARTHA
Cjon Puebla S/n	12000	Sta Martha	383	0		139.57	53455.31	BARRIO SANTA MARTHA
Cjon Puebla S/n	12000	Sta Martha	365	21		139.57	50943.05	BARRIO SANTA MARTHA
Cjon Puebla S/n	12000	Sta Martha	470	106		139.57	65597.9	BARRIO SANTA MARTHA
Av Puebla S/n	12000	Sta Martha	554	0		139.57	77321.78	BARRIO SANTA MARTHA
Puebla S/n	12000	Sta Martha	162	127		139.57	22610.34	BARRIO SANTA MARTHA
Av Puebla S/n	12000	Sta Martha	558	91		139.57	77880.06	BARRIO SANTA MARTHA
Cjon Puebla S/n	12000	Sta Martha	336	71		139.57	46895.52	BARRIO SANTA MARTHA
Boulebara Nuevo Leon S/n	12000	Bo San Mateo	2000	0		139.57	279140	BARRIO SANTA MARTHA
Av Jalisco 359	12000	Sta Martha	430	160	Áreas Verdes	139.57	60015.1	BARRIO SANTA MARTHA
Av. Jalisco Pte. Num. 369	12000	Bo. Santa Martha	120	150	Áreas Verdes	139.57	16748.4	BARRIO SANTA MARTHA
Terreno Tepetitla	12000	Milpa Alta	1995	200	Áreas Verdes	139.57	278442.2	BARRIO SANTA MARTHA
Cda Puebla S/n	12000	Sta Martha	1197	58	Áreas Verdes	139.57	167065.3	BARRIO SANTA MARTHA
Nuevo Leon S/n	12000	Sta Martha	24411	0	Áreas Verdes	139.57	3407043	BARRIO SANTA MARTHA
Av. Jalisco Pte. 373	12000	Bo. Santa Martha	156	200	Áreas Verdes	139.57	21772.92	BARRIO SANTA MARTHA
PARAJE MILHUEHUEYACAN	12000	Bo. Santa Martha	3678	0	Habitacional	139.57	513338.5	BARRIO SANTA MARTHA
Av. Jalisco Pte. 354	12000	Bo. Santa Martha	370.7	224.36	Habitacional	139.57	51735.81	ZONA RÚSTICA
Av Jalisco 338	12000	Zona Rustica	345	94	Habitacional	139.57	48151.65	ZONA RÚSTICA
CAMINO AL TEUTLI	0	Zona Rustica	8268	643	Áreas Verdes	139.57	1153965	ZONA RÚSTICA
Av. Tlaxcala Norte Num.360	0	Bo. Santa Martha	2853	404		139.57	398193.2	ZONA RÚSTICA
Terreno Santa Martha Sulco S/n	12000	Bo. Santa Martha	7977	0		139.57	1113350	ZONA RÚSTICA
Predio Cuamilcolostitla	0	Bo. Sta. Martha	1099	170	Habitacional	139.57	153387.4	ZONA RÚSTICA
Iztetepagualoyan Terreno S/n	12000	B0.sta Martha	3474	0		139.57	484866.2	ZONA RÚSTICA
Terreno Xaltzinco S/n	12000	Bo. Santa Martha	2167	0		139.57	302448.2	ZONA RÚSTICA
Terreno Santa Martasulco	0	Bo. Santa Martha	10650	0		139.57	1486421	ZONA RÚSTICA
Terr. Limite S/n	12000	Milpa Alta	3013	0		139.57	420524.4	ZONA RÚSTICA
TERRENO EL PIRU SN	0	Zona Rustica	8608	275	Áreas Verdes	139.57	1201419	ZONA RÚSTICA
Av. Puebla Pte. No. 428 Prov.	0	Villa Milpa Alta	2080	0	Áreas Verdes	139.57	290305.6	ZONA RÚSTICA
Terreno Tepetonco S/n	12000	Milpa Alta	2136	0		139.57	298121.5	ZONA RÚSTICA
Terreno Tepetenco S/n	12000	Santa Martha	4524	0		139.57	631414.7	ZONA RÚSTICA
Tuyehualco My San Joge	0	Milpa Alta	50000	0	Comercial	139.57	6978500	ZONA RÚSTICA
Terreno Santa Martha Sulco S/n	12000	Bo. Santa Martha	5345	0	Comercial	139.57	746001.7	ZONA RÚSTICA
Predio Santa Martha Zolco S/n	0	Zona Rustica	3075	0	Áreas Verdes	139.57	429177.8	ZONA RÚSTICA

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Como resultado de este filtrado de datos se encontraron los predios que comprende el polígono y los predios cercanos a este, indicando que el valor catastral por metro cuadrado del polígono tiene un costo de \$139.57 lo que daría como resultado un valor catastral total de \$8, 670,227.97 y estimando un impuesto promedio del 4.5% del ISAI se tendría un valor de compra de \$9, 060,388, por lo que el valor de impuesto por compra sería de \$390,161.

Conociendo el valor catastral del predio se realizó una investigación de mercado con la finalidad de conocer el precio por metro cuadrado de los terrenos en las alcaldías de Milpa Alta y Xochimilco, para ello se seleccionaron terrenos que contarán con características similares a la del polígono seleccionado, como uso de suelo y cercanía con vías de comunicación.

Venta De Terreno 40 Hectáreas, 5, 000,000 m², con un precio por metro cuadrado de \$700/m².

<https://www.segundamano.mx/anuncios/ciudad-de-mexico/milpa-alta/venta-inmuebles/venta-de-terreno-40-hectareas-936443618?nav=true>

Venta de terreno en Carretera Federal Xochimilco-Oaxtepec, \$1, 950,000, 4000 m², con un precio por metro cuadrado de \$487.5/m².

<https://www.vivanuncios.com.mx/a-venta-terrenos-habitacionales/milpa-alta/venta-de-terreno-en-carretera-federal-xochimilco+oaxtepec/1003854884860910005184209>

TERRENO EN VENTA XOCHIMILCO, SAN MATEO XALPA, \$238, 110,000, 167000 m², con un precio por metro cuadrado de \$142.58/m².

<https://www.vivanuncios.com.mx/a-venta-terrenos-habitacionales/xochimilco/terreno-en-venta-xochimilco-san-mateo-xalpa/1003851988620910965850309>

VENTA TERRENO PLANO A PIE DE CARRETERA EN XOCHIMILCO, \$18, 400,000, 23000 m², con un precio por metro cuadrado de \$800/m².

<https://www.vivanuncios.com.mx/a-venta-terrenos-habitacionales/xochimilco/venta-terreno-plano-a-pie-de-carretera-en-xochimilco/1003852525010911196678909>

Como resultado de la investigación en diversas plataformas de ventas de terrenos se obtuvo un valor promedio de \$532.52 por metro cuadrado, por lo que el valor aproximado del polígono Milpa

Alta con un área de 62,121 m² sería de \$33, 080,674.92 más el impuesto de ISAI de \$390,161 da como resultado un valor total del predio de \$33, 470,835.92.

5.6 Costo ajustado del proyecto en el polígono Milpa Alta

Costo de terreno

Valor total del predio de \$33, 470,835.92 MXN.

Infraestructura

Tabla 24: Costo de infraestructura por áreas

Clasificación	Área de construcción	Precio MXN mano de obra al 1° de febrero de 2022	Precio unitario por metro MXN	Precio total MXN
Oficinas y laboratorio	4,000 m ²	\$1016 MXN	\$11,200 m2 MXN	\$48, 864,000 MXN
Área de almacenamiento de RCD		\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	
Área de fabricación de bloques		\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	
Área de mantenimiento de maquinaria		\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	
Almacén de productos		\$625 MXN	\$5,200 MXN por m2.	
Nave industrial total	20, 500 m ²			\$119, 412,500 MXN

Área de clasificación y almacenamiento de residuos	1,000 m ²	\$625 MXN	\$5,200 MXN por m ² .	
Bardeado perimetral	1226 m	\$471 MXN	\$1560 MXN m lineal	\$2, 490,006 MXN
			Total:	\$170, 766.506

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Costos totales

Considerando que 10 de octubre de 2022 el dólar tenía un valor de venta de: \$20.51 MXN por 1 USD.

	Inversión inicial	
Costo de terreno		\$33, 470,835.92 MXN
Infraestructura		\$170, 766.506 MXN
Costo de equipo		\$13, 000,000 MXN
Flujo de efectivo del primer año, funcionando al 100%		\$187, 531,034.19 MXN
Costo de personal por 3 meses		\$1, 749,000 MXN
	Total:	\$235, 921,636.62 MXN

Fuente: Elaboración propia

6 Conclusiones

La Ciudad de México en sus inicios fue planeada aprovechando los recursos que proporcionaba el lago de la cuenca endorreica donde está situada, tras la fundación de la Gran Tenochtitlan el 13 de marzo de 1325 se efectuó una planeación basándose en los requerimientos de los pobladores, sin embargo, tras el fin de la ciudad en 1521, el pueblo español impuso sus metodologías de reconstrucción dando lugar a una arquitectura y planeación producto del sincretismo cultural, sin preponderar el bien común de todos los pobladores. Esto dio lugar al desarrollo centralizado de la ciudad fragmentando las rutas de comercio y transporte establecidas por los pobladores originarios. Con el pasar de los años el crecimiento demográfico continuó centralizado limitando el desarrollo en el perímetro de la ciudad, proceso que se ve reflejado hasta nuestros días, tomando en cuenta que la alcaldía Milpa Alta es de las menos pobladas en relación al número de habitantes por área.

El desarrollo de un proyecto que contemple el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición con la finalidad de generar nuevos materiales, permitiría a la zona sur de la CDMX generar empleos directos e indirectos al modificar la dinámica económica de desarrollo de infraestructura en la ciudad, a través de la economía circular.

Aunado a esto, la alcaldía Milpa Alta ofrece características que favorecen la instalación de un CIREC permitiendo la disminución de impactos ambientales, buena comunicación con otras alcaldías por sus múltiples rutas de acceso y amplias áreas para el desarrollo industrial de bajo impacto.

Este proyecto pretende ofrecer una especie de guía metodológica que establece bases no solo para la construcción de un CIREC, sino, para la optimización de este, evitando cuellos de botella o problemas como la acumulación excesiva de productos y RCD. Para ello se ofrece una perspectiva de los costos de construcción y montaje de equipo, así como de arranque de operaciones con la finalidad de proporcionar datos teóricos de la construcción de un CIREC en la zona sur de la Ciudad de México, lo que puede llegar a presentar una inversión muy elevada, pero con grandes oportunidades de crecimiento a corto plazo y expansión tanto en la CDMX como al resto del país.

Considerando lo anterior y basándose en los objetivos del proyecto se puede concluir lo siguiente:

- ❖ La generación de residuos de la construcción en ciudades como lo es la capital del país resulta una tarea prácticamente imposible, debido a los procesos de generación que involucran fenómenos sociales, culturales, políticos, económicos y demográficos. Sin

embargo, es posible realizar aproximaciones basándose en el ingreso de residuos a plantas de procesamiento y centros de transferencia, aunado a esto el gobierno de la CDMX genera datos a través de diversas plataformas como el INEGI, donde es posible conocer las características de las viviendas en áreas específicas, para establecer parámetros de los posibles residuos y posible volumen de generación. El gobierno también ofrece información a través del Sistema de Información Geográfica de la CDMX y el Sistema de Información Estadística y Geográfica de la CDMX, mediante los cuales se puede cotejar la información del INEGI y conocer los planes de desarrollo de la ciudad de manera geolocalizada, lo que permite analizar el rumbo de desarrollo de la ciudad y comparar aproximaciones de generación de residuos de la construcción y demolición.

Mediante este análisis es posible conocer cuáles son las características de los residuos que pueden llegar a presentarse en una ciudad o en una zona específica, como es el caso del desarrollo teórico en este trabajo.

- ❖ La adecuada gestión de los residuos está involucrada con la cultura de los generadores, por lo que un CIREC puede fungir como un centro de enseñanza a la comunidad e intervenir en los procesos de generación, brindando servicio de asesoría y elaboración de planes de manejo agilizando la gestión entre generadores y CIREC. Además de mejorar la gestión de los residuos, la colaboración del CIREC en los procesos de generación permiten optimizar los materiales orientando la demolición rumbo a la desconstrucción, lo que acelera la reincorporación de los residuos a la economía circular y con menor impacto ambiental posible.

Cuando los residuos ingresan a la planta es necesario poner en marcha la metodología de optimización y mejora continua de procesos, siguiendo un modelo de flujo de actividades de procesos, mediante el cual; se realiza la supervisión, que se encarga de la gestión, mejora continua de procesos, control de calidad, modificaciones y aprobación de nuevos productos, que a su vez controla, la cadena de procesamiento; desde la recepción, almacenamiento de residuos, segregación, procesamiento, generación de productos, almacenamiento de productos y salida de estos. A la vez, el área de procesamiento puede operar los laboratorios de control de calidad, desarrollo e innovación, con la finalidad de obtener altos estándares en los productos y la diversificación de estos; lo cual va de la mano con la constante comunicación del área de supervisión. Una parte vital de la metodología de optimización y mejora continua de procesos, es el área encargada de ventas, publicidad y marketing, ya

que se encarga de desplazar todo el volumen de materia que ingresa al CIREC, realizando gestión con clientes, órdenes de compra, gestión financiera, preparación y coordinación con el área de procesos y distribución.

- ❖ En la Ciudad de México existen centros integrales de aprovechamiento de residuos de la construcción y demolición en los cuales se ha trabajado por la innovación, importación de tecnología y promoción del uso de materiales reciclados, sin embargo, estos presentan algunas limitantes como lo son la baja diversificación de productos aplicables en distintas áreas de la industria de la construcción o acumulación excesiva de residuos y materiales en stock, lo que a largo plazo genera gastos de mantenimiento, mano de obra, control de vectores y pérdidas económicas por falta de liquidez.

Toda fábrica o planta sana debe de evolucionar, adaptándose a las demandas del mercado y a las variaciones o cambios de materias primas, que en este caso son los residuos de la industria de la construcción, esto cobra relevancia a medida que se desarrollan nuevos materiales con propiedades físico, mecánicas y químicas, distintas a las convencionales. De no adaptarse a estos cambios un CIREC puede precipitarse rápidamente al cierre de operaciones.

La implementación de optimización y mejora continua de procesos, gestión de residuos durante la generación, establecimiento de laboratorios de desarrollo de nuevos materiales y control de calidad, así como la implementación de departamentos de marketing y ventas, permiten la eliminación o reducción de cuellos de botella que generan acumulación excesiva de materiales, además de acelerar el flujo de desplazamiento de materiales que ingresan y salen de la planta. Lo que mejora la generación de ingresos y permite la expansión del CIREC. Esto permite el desarrollo de la economía circular local, ayudando a modificar el progreso de la mancha urbana en ciudades medianas y grandes, como es el caso de la alcaldía Milpa Alta, donde el crecimiento de la ciudad y la modificación del avance de la industria de la construcción evitaría la formación de una burbuja inmobiliaria y mejoraría la calidad de vida de sus habitantes.

- ❖ La existencia de centros de procesamiento de residuos provenientes de la industria de la construcción ha sido ampliamente desarrollada en países europeos como Alemania, donde por situaciones históricas se vieron obligados a desarrollar tecnologías de reconstrucción y aprovechamiento de residuos, sentando las bases para el desarrollo de políticas, tecnologías

y gestión de ellos. En la CDMX existen empresas como Concretos Reciclados S.A. de C.V. que fueron pioneros en el país en el aprovechamiento de los RCD, concentrando principalmente en la producción de agregados aplicables a distintas áreas de la industria como arquitectura del paisaje, bases, rellenos y agregados para concretos no estructurales, además de reciclado *in situ* de carpetas asfálticas.

Concretos Sustentables Mexicanos S.A. de C.V. responsables de la construcción de una de las plantas más grandes en Bordo de Xochiaca al poniente de la ciudad, esta empresa se concentra en la producción de concreto a partir del reciclado y reciclaje de agregados para carpeta asfáltica, trabajando en colaboración con el gobierno de la CDMX en obras de mantenimiento de la ciudad.

- ❖ Desde el punto de vista geológico es ideal localizar un área relativamente plana que cuente con una porción de terreno elevada la cual funge como barrera contra la dispersión de contaminantes por las operaciones realizadas, a la vez esta morfología del terreno disminuye la presión acústica, que puede afectar a la población o industrias próximas al CIREC y permite tener cierta orientación de drenaje para evitar inundaciones.

Para reducir los impactos es necesario efectuar una extensa investigación sobre la población local, movilidad, tasa de crecimiento poblacional, clima, edafología, uso de suelo, demanda de agua de la zona, accesibilidad a servicios, rutas óptimas para el transporte de residuos, movilidad de la población, normatividad local, poblaciones y viviendas aledañas, características económicas de la población e incluso usos y costumbres de los pueblos autóctonos.

La CDMX cuenta con la ventaja de posicionarse sobre la provincia fisiográfica del eje neovolcánico que atraviesa a México con una cadena de aparatos volcánicos, esta característica geológica es la que permite que la alcaldía Milpa Alta esté posicionada entre aparatos volcánicos como el Teuhtli, volcán monogenético con la particularidad de tener una morfología de escudo coronado por un cono de escoria proporcionando una topografía con pendientes suaves, acompañadas de algunos cuerpos rocosos que sobresalen del terreno ofreciendo zonas con elevado potencial para la construcción de un CIREC de grandes dimensiones. Aparte de la geomorfología, la geología encontrada en el polígono propuesto ofrece una buena permeabilidad y edafología favorable para el proyecto.

El clima es otro factor a considerar cuando se pretende construir un CIREC, ya que este influye en la humedad relativa de los materiales, alterando los controles de calidad, además de que puede llegar a producir problemas en el control de dispersión de partículas, por lo que es importante considerar las variaciones en este a lo largo del año, influyendo en la orientación del proyecto u obligando a construir barreras específicas para evitar la dispersión de partículas. El polígono propuesto cuenta con un clima templado y la dirección del viento promedio anual no representa mayor problema debido a la geomorfología y orientación de los planos propuestos.

Es necesario considerar las operaciones unitarias realizadas en planta, con la finalidad de optimizar en mayor medida las acciones y poder generar productos con la mayor calidad posible. Esto incluye la construcción de zonas específicas para el almacenamiento de productos que garantice que las propiedades físicas y químicas sean constantes. Al igual que los productos deben contar con una bodega de almacenamiento, las demás áreas deben ser optimizadas para evitar que interfieran con otras actividades o requieran de transporte excesivo de materiales dentro de la planta.

La selección de un sitio para el procesamiento de residuos va de la mano con la planeación y desarrollo de las ciudades, por ende es necesario efectuar un análisis demográfico que contemple los requerimientos de vivienda, industria y espacios públicos. Un CIREC no tiene que ser visto únicamente con un centro de transformación de residuos, más bien es un puente que permite la redistribución de materiales a la economía, generando una expansión de la industria de la construcción próxima al centro de procesamiento, debido a la disponibilidad de materias primas para su desarrollo.

- ❖ Con la finalidad de cumplir con las metas de la economía circular la implementación de Centros Integrales de Residuos de la Demolición y Construcción, puede ayudar a disminuir algunos de los impactos negativos en este sector de la industria, cumpliendo con un adecuado análisis financiero y de impacto ambiental, apegándose a la normativa nacional, internacional y local. Mediante un adecuado análisis de las posibles externalidades es posible ejecutar un plan de desarrollo orgánico integrando los beneficios económicos para el proyecto, acompañados del apoyo de la comunidad y el mayor número de impactos positivos para el medio ambiente.

La inversión de un proyecto de estas dimensiones puede ser elevada sin embargo, como toda inversión de alto riesgo esta tiene el potencial de generar elevados intereses a los inversionistas, por lo que representa un atractivo económico para empresas que operan con fondos de inversión de fibras. Sea cual sea el financiamiento del proyecto con la finalidad de lograr las metas de retornos de inversión, es necesario tratar a todos los residuos que ingresan a la planta como materias primas y no como materiales orientados estrictamente a la industria de la construcción. Un paso indispensable durante el procesamiento de residuos consiste en la segregación adecuada de estos y tratar a los que no son aptos para la generación de concretos o agregados, como residuos con potencial de generar ingresos, mediante la reintegración de estos a la economía circular de otros sectores.

Bibliografía y referencias

- 1.- Abdol, R. Chini, (2001), Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy, *CIB International Council for Research and Innovation in Building Construction*, 266
- 2.- Abdol, R. Chini y Schultmann Frank, (2002), Design for Deconstruction and Materials Reuse, *CIB International Council for Research and Innovation in Building Construction*, 272
- 3.- Alonso J. (2020), *Pinturas, barnices y afines: composición, formulación y caracterización*, Universidad Politécnica de Madrid.
- 4.- Arroyo Morocho F. R. (01 diciembre de 2018), La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo, *INNOVA Research Journal Volumen 3*, 78-98.
- 5.- Borselli L. (2021), *Geotecnia 1* [Archivo PDF]. https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf
- 6.- Belda Hériz, I. (2018), Economía Circular: Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible, Tébar Flores
- 7.- Bertino G. (2021), D. Fundamentals of Building Deconstruction as a Circular Economy Strategy for the Reuse of Construction Materials, *Applied sciences*
- 8.- Berasategui J. y Malagón B. (2011), Tecnología de los combustibles [Archivo PDF]. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/3096/course/section/2863/TC-1.pdf>
- 9.- Butera S., Christensen T. H., Astrup T. F. (2014), Composición y lixiviación de residuos de construcción y demolición: Elementos inorgánicos y compuestos orgánicos, *Diario de materiales peligrosos Volumen 276*, 302-311
[www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0304389414003781?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0304389414003781?via%3Dihub)
- 10.- Caldera Villalobos M. y Herrera González A. M. (2019), *Polímeros adhesivos y formación de uniones a través de reacciones de polimerización y fuerzas intermoleculares*, *Revista UNAM*.
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/68197>
- 11.- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2013), *Plan de manejo de residuos de la construcción y demolición* [Archivo PDF]
<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>

- 12.- Camargo Alemán S. (1980), *Composición y análisis químico de los barnices* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. www.132.248.9.195/pmig2019/0019091/Index.html
- 13.- Cerón López M. U. (2018), *La infraestructura y su relación con el desarrollo económico de un país: Caso de América Latina y el Caribe* [Tesis de Licenciatura Universidad Nacional Autónoma de México].
www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/15802/tesis.pdf.pdf?sequence=1
- 14.- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2018), *Aceites lubricantes, principios básicos* [Archivo PDF]
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395704/2_Lubricantes.pdf
- 15.- DiGangi J. (2013), *Guía de interés público sobre los retardantes de llama tóxicos* [Archivo PDF]
https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_flame_retardants_v1_5b-es.pdf
- 16.- El País Economía, Cinco Días (19 de septiembre de 2001) *Un millón de toneladas de escombros a retirar*, https://cincodias.elpais.com/cincodias/2001/09/17/economia/1000706182_850215.html
- 17.- Eugenia Fabro M. (3 de octubre de 2021), Evergrande, la crisis de la gran inmobiliaria china: explicación para entenderla. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/evergrande-la-crisis-de-la-gran-inmobiliaria-china-explicacion-para-entenderla/>
- 18.- Fundación ICA (1988). *Experiencias derivadas de los sismos de septiembre de 1985*. Editorial Limusa S.A. de C.V., Primera edición ISBN 968-18-2939-5
- 19.- Secretaría del Medio Ambiente, (2019), *Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México*, https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/InventarioDeResiduosSolidosDeLaCiudadDeMexico_2019.pdf
- 20.- García Aguilar J. C. (2013), *Intoxicación por anticongelante automotriz* [Tesina de Licenciatura Universidad Nacional Autónoma de México], efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.zaragoza.unam.mx%2Fwpcontent%2FPortal2015%2FLicenciaturas%2Fqfb%2Ftesis%2Ftesis_garcia_aguilar.pdf&clen=2106004&chunk=true
- 21.- García T. (2014), *Gestión de residuos de construcción y demolición en Alemania*, [Archivo PDF]

https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Fichas%20T%C3%A9cnicas/Alemania_BP.pdf

22.- González V., (Agosto 2021), *Egresado IBERO crea primera planta recicladora de cascajo para la CDMX*, La Mirada de la Academia, <https://ibero.mx/prensa/egresado-ibero-crea-primera-planta-recicladora-de-cascajo-para-la-cdmx>

23.- Heath J. (2012), *Inflación* [Archivo PDF].

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/11/5238/14.pdf>

24.- Hernández Mecado K. (2002), *Propuesta de un programa para la implementación de la metodología 5S" S, para mejorar el ambiente de trabajo en una empresa vidriera*, [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://132.248.9.195/ppt2002/0303036/Index.html>

25.- Huerta Quintanilla R. (2016), *Brevísimo curso de microeconomía*, *Ciencia Económica*, 25-52.

<http://www.economia.unam.mx/cienciaeco/pdfs/num8/03HUERTA.pdf>

26.- Información sobre Planta de Concretos Sustentables Mexicanos, (<https://csmx.mx/?fbclid=IwAR3IG2DJ94Mh6j3GUK1U5M3oXN-I6vEtPCpL91aaLggCDFt4stL4z1BxwRl>).

27.- Martínez Escriche F. (1999), *Técnicas de prevención de la generación de suelos contaminados: La gestión de residuos peligrosos*, Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía, 568-611.

28.- McCann M. (30 octubre 2021). *Metalurgia y metalistería*, <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+82.+Metalurg%C3%ADa+y+metalisteria>

29.- McCann M. (30 octubre 2021). *Metalurgia y metalistería*,

<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+82.+Metalurg%C3%ADa+y+metalisteria>

30.- Mendoza Arenas A. (2021), *La importancia de la metodología BIM dentro de un proceso en la etapa de planeación de un proyecto*, [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2021/marzo/0810409/Index.html>

- 31.- Narváez L., Valero L. J. (2018), *Análisis de construcción y sistemas de impermeabilización de cubiertas en el laboratorio nacional de la dirección de impuestos y aduanas nacionales* [Tesis de Licenciatura Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22843/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20CONSTRUCCIÓNPORCENTAJE20E%20IMPERMEABILIZACION.pdf>
- 32.- Open Course Ware (17 de octubre de 2021), *Tema 3. Identificación y clasificación de suelos*
<https://ocw.ehu.es/file.php/84/tema-3/teoria-tema-3.pdf>
- 33.- Resolución administrativa de 11 de mayo 2017, de la Ciudad de México, SEDEMA/DGRA/DEEA/004731/2017, en la cual se solicita autorización del Plan de Manejo de Residuos de Competencia Local No Sujetos a Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal.
- 34.- Repositorio Facultad de Ingeniería. (1 noviembre de 2021), *Capítulo III Importancia de los lodos de perforación,*
www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/128/A5.pdf
- 35.- Río Tinto (2021). Boratos en usos metalúrgicos [Archivo PDF].
<https://www.borax.com/BoraxCorp/media/Borax-Main/Resources/Technical-Bulletin/borates-metallurgical-applications-es.pdf>
- 36.- Rivera Cuevas Q. (2009), *El análisis DAFO como técnica heurística participativa en la fase de Diagnóstico de la Planeación Estratégica en el Estado de Michoacán (Estudio de caso)*, [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://132.248.9.195/ptd2009/septiembre/0649323/Index.html>
- 37.- Rivera Valdovinos C. L. (2008), *Análisis ambiental para el mercado de los residuos de la construcción en la zona metropolitana de la Ciudad de México* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- 38.- Schnurer H. (2002), *German Waste Legislation and Sustainable Development: Development of waste legislation in Germany towards a sustainable closed substance cycle*, [Archivo PDF]
https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entwicklung_abfallrecht_uk.pdf
- 39.- Silva RV., de Brito J., Dhir R.K. (2014), *Propiedades y composición de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición aptos para la producción de hormigón, Materiales de construcción y edificación Volumen 65, 201-217*

www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0950061814004437?via%3Dihub

40.- Tucker M. (2003), *Petrología sedimentaria, una introducción al origen de las rocas sedimentarias*, Departamento de ciencias geológicas Universidad de Durban

Universidad de San Martín de Porres (2020), *Introducción a la economía*, [Archivo PDF].

<https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2020-I/MANUALES/II%20CICLO/INTRODUCCION%20A%20LA%20ECONOMIA.pdf>

41.- Urrutia Segura M. I. (2019), *Residuos de construcción y demolición mixtos modificados físicamente para su uso como materiales de sustitución parcial de cemento portland en nuevos cementos sustentables para la construcción* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]

42.- Chazan M., (26-abril-2021), *Más pruebas confirman la cueva habitada más antigua del mundo*, Cienciaplus, Recuperado el día 2 de diciembre de 2021, <https://www.europapress.es/ciencia/ruinas-y-fosiles/noticia-mas-pruebas-confirman-cueva-habitada-mas-antigua-mundo-20210426140904.html>

43.- Gutiérrez F., (12-noviembre-2019), *Tipos de materiales de construcción, propiedades y usos en la construcción*, Meprosa Construcciones, Recuperado el día 2 de diciembre de 2021 <https://meprosaconstrucciones.mx/tipos-de-materiales-de-construccion-propiedades-y-usos-en-la-construccion/>

44.- Gobierno de México, (17 de julio de 2019), *Cuadernillos estatales de las Proyecciones de la Población de México y de las entidades Federativas, 2016-2050*, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/cuadernillos-estatales-de-las-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050-208243?idiom=es>

45.- Gobierno de México, (22 de agosto de 2019), *Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030*, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030?idiom=es>

46.- Marques Dos Santos, M., (2007), *Análisis de Regresión, Un Enfoque Práctico*, UNAM, Proyecto PAPIME, UNAM Zaragoza, https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/ecocuan/ecocuan_reg_manual.pdf

47.- Gobierno de México, Gobierno de la Ciudad de México, (2016), *Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas*, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487395/09_CMX.pdf

48.- Secretaria de Gobernación, (2015), *Proyecciones de la Población de los Municipios de México 2015-2030*,

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487810/Nota_Tecnica_Proyecciones_Municipales_2019_01.pdf

49.- Consejo Nacional de Población, (2016), *Proyecciones de la Población de México y de las entidades Federativas, 2016-2050*,

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/503374/Diccionario_Proyecciones_de_la_Poblacion_2016_2050.pdf

50.- Gobierno de México, (2018), *Bases de datos de Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050*, <https://www.gob.mx/conapo/documentos/diccionario-de-las-bases-de-datos-de-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050?idiom=es>

51.- Cámara de Diputados, (2008), *Glosario*, Recuperado el día 8 de enero de 2022,

http://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/ceameg/Inv_Finales_08/DP3/Sis_sal/salud/datos/glos.htm

52.- Consejo Nacional de Población, *Indicadores demográficos de la República Mexicana*,

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Mapa_Ind_Dem18/index_2.html

53.- Parra, E., (2019), *Modelos de Crecimiento Poblacional: Enseñanza-Aprendizaje desde las Ecuaciones Recursivas* (Formación Universitaria, Vol. 12, No. 1-2019), Bogotá,

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v12n1/0718-5006-formuniv-12-01-25.pdf>

54.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Descarga masiva INEGI*,

<https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?t=123&ag=00>

55.- Jiménez Terán, J., *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*, Universidad Veracruzana, Veracruz, Recuperado de:

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

56.- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, (Julio 2021), *Economía circular: alternativa sustentable para sector constructor*, <https://www.cmic.org/economia-circular-alternativa-sustentable-para-sector-constructor/>

57.- Gobierno de la Ciudad de México, *Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal*, (2021),

https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2021/LEY_DESARROLLO_URBANO_20_08_2021.pdf

58.- Navarrete, S. (8 de julio 2022), *Plan de desarrollo de la CDMX: una guía para los próximos 20 años*, Expansión Política,

<https://politica.expansion.mx/cdmx/2022/07/08/plan-de-desarrollo-de-la-cdmx-una-guia-para-los-proximos-20-anos>

59.- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*, (2021),

<https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-urbano-2021-2024>

- 60.- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial de la SEDATU 2020-2040*, (2021), <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/estrategia-nacional-de-ordenamiento-territorial-de-la-sedatu?state=published#:~:text=2020%202040.&text=La%20Estrategia%20Nacional%20de%20Ordenamiento,plazo%20hacia%20el%202020%2D2040>
- 61.- Gobierno del Distrito Federal, *Programa General de Ordenamiento Ecológico Del D.F. 2000-2003*, (2000), <https://paot.org.mx/centro/programas/pgoedf.pdf>
- 62.- Equipo mexperencia (2019), *Zonas sísmicas de México*, Mexperencia, <https://mexperencia.com/mexperiencias/zonas-sismicas-de-mexico/>
- 63.- Productos Generados por el CIRES en Conmemoración al sismo de 1985, *Sismología*, (2015), *Tipos de suelo en el Valle de México*, Blog Cires, <https://blogcires.mx/tag/tipos-de-suelo-en-el-distrito-federal-y-zona-metropolitana/>
- 64.- Servicio Sismológico Nacional, UNAM, (2020), *Epicentro del sismo del 23 de junio de 2020*, Servicio Sismológico Nacional, http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2020/SSNMX_rep_esp_20200623_Oaxaca-Costa_M75.pdf
- 65.- Gaceta oficial del Distrito Federal, *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*, (2022), <https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes/leyes/117-ley-ambiental-de-proteccion-a-la-tierra-en-el-distrito-federal#ley-ambiental-de-protecci%C3%B3n-a-la-tierra-en-el-distrito-federal>
- 66.- Gaceta Oficial de la Ciudad de México, *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*, (2021), https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/leyes/LEY_ambiental_DE_PROTECCION_A_LA_TIERRA_DF_3.5.pdf
- 67.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Milpa Alta*, (2017), https://paot.org.mx/centro/programas/df/pdf/2021/PROGRAMA%20DESARROLLO%20URBANO%20MILPA%20ALTA%20GODF_18_07_2011_01.pdf
- 68.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Mapa*, s.f., <http://ciudadmx.cdmx.gob.mx:8080/seduvi/>
- 69.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México que es la dependencia encargada de diseñar, coordinar y aplicar la política urbana de la Ciudad de México (<https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/>)
- 70.- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (https://www.google.com/search?q=ley+general+de+equilibrio+ecologico&rlz=1CAVARX_enMX1016MX1016&sxsrf=ALiCzsbERvSA83UOCR0L7Nc89RPC6Kr2_g%3A1659497002778&ei=KurpYoONL8)

[yWkPIP9aajuAI&gs_ssp=eJzi4tLP1TcwMg_Kyq4wYPRszkmtVEhPzUstSsxRSEIVSC0szczJTCrKzFdiTc7PyU_PTM4HAJluETg&og=ley+general+de+equilibrio+ecolo&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAEYADIFCC4QgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQ6BwgjEOoCECc6BAGjECc6CgguEMcBENEDECc6CwgAEIAEELEDEIMBOg4ILhCABBCxAxCDARDUAjoRCC4QgAQQsQMgQwEQxwEQOQM6CAgAEIAEELEDOg4ILhCABBCxAxDHARDRAzoIC4QsQMgQwE6CAGAELEDEIMBOgsILhCABBCxAxCDAToLCC4QgAQQsQMgQ1AI6CAGuEIAEELEDOgUIABCxAzoFCAAQyWFKBAhBGABKBAhGGABQixRYIUJgzWJoAXABeACAAekBiAH_GpIBBzEwLjE5LjKYAQCgAQGwAQrAAQE&scient=gws-wiz\)](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950268820300008)

- 71.- Losa, J., (2022), *Enfermedades infecciosas emergentes: una realidad asistencial*, Anales del Sistema Sanitario de Navarra Vol. 44, España, https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272021000200001#aff1
- 72.- Gobierno de la Ciudad de México, *Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México*, (2020), https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/288/PGDCCDMX_completo.pdf
- 73.- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*, (2021), https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf
- 74.- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, (2016), *Norma Oficial Mexicana NOM-125-SSA1-2016*, https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6456/salud11_C/salud11_C.html#:~:text=1.1%20Esta%20Norma%20tiene%20por,a%20las%20fibras%20de%20asbesto.
- 75.- Libera B., (2007). Impacto social y evaluación del impacto, *ACIMED*, V. 15, No. 3 [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000300008#:~:text=El%20impacto%20de%20un%20proyecto%20o%20programa%20social%20es%20la,productos%20\(bienes%20o%20servicios\)](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000300008#:~:text=El%20impacto%20de%20un%20proyecto%20o%20programa%20social%20es%20la,productos%20(bienes%20o%20servicios)).
- 76.- Instituto Nacional de Geografía y Estadística, *Fisiografía*, s.f., <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>
- 77.- Servicio Geológico Mexicano, *Sismotectónica*, 2022, <https://www.sgm.gob.mx/Sismotectonica/>
- 78.- Servicio Sismológico Nacional, UNAM, *Sismos*, 2022, <https://www.sgm.gob.mx/Sismotectonica/>
- 79.- Servicio Geológico Mexicano, UNAM, *Sismología de México*, 2020, <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>
- 80.- Comisión Nacional del Agua, *Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH)*, s.f., <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-de-prevencion-contra-contingencias-hidraulicas-pronacch>

- 81.- Centro Nacional de Prevención de Desastres, *Sistema nacional de información sobre riesgos*, s.f., <http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>
- 82.- Velásquez, L., (2015), *El ingeniero con conciencia social: Una posibilidad para el desarrollo sostenible*, Universidad, Ciencia y Tecnología, 19, http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212015000100003
- 83.- Núñez E., (1997), Estudio de mercado, *Guía para la preparación de Proyectos de servicios públicos municipales*, Inap, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1430/8.pdf>
- 84.- Carrera A., (2018), *Evaluación de Proyectos*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, <http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/eproyectos/capitulo-2.-estudio-de-mercado>
- 85.- Arteaga Rojas R., (2016), *Diagnóstico de Mercados*, UNAM Facultad de Contaduría y Administración, [http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/20192/contaduria/2/LC_1213_250219_A_Diagnostico de mercado Plan2016.pdf](http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/20192/contaduria/2/LC_1213_250219_A_Diagnostico_de_mercado_Plan2016.pdf)
- 86.- Gómez Alamilla M., (2017), *Proyecto de inversión para la instalación de un gimnasio en el Municipio de Tultitlán, Estado de México*, [Tesis Licenciatura UNAM Facultad de Economía] Repositorio UNAM, <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/Tesis.html>
- 87.- Martínez Stone C., (2002), *Evaluación económica e inversión sobre un condominio horizontal en la delegación Álvaro Obregón*, [Tesis Licenciatura UNAM Facultad de Economía] Repositorio UNAM, <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/MartinezSCM/tesis.html>
- 88.- Blanco, B., (3 de marzo 2020), *Los fundamentos de la ética: Aristóteles*, Nueva Revista, <https://www.nuevarevista.net/los-fundamentos-de-la-etica-aristoteles/>
- 89.- UNHCR ACNUR, La Agencia de la ONU para los Refugiados, Comité español, *Fundamentos y evolución del concepto "conciencia social"*, Julio 2016, <https://eacnur.org/blog/fundamentos-evolucion-del-concepto-conciencia-social/#:~:text=Entendemos%20por%20conciencia%20social%20la,entidad%2C%20grupo%20social%20o%20tribu.>
- 90.- Banco Mundial, *Objetivos de desarrollo del milenio*, 2022, <http://www5.bancomundial.org/odm/>
- 91.- Google Earth, Educación, s.f., *Análisis a nivel planetario en la nube de Google*, Recuperado el 4 de febrero de 2022 de https://www.google.com/intl/es_in/earth/education/tools/google-earth-engine/
- 92.- Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Información de México para niños, s.f., *Número de habitantes*, Recuperado el 4 de febrero de 2022 de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/>
- 93.- Arimetrics, s.f., *Glosario, Google Maps*, <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/google-maps>

- 94.- Protección Civil, *Ley General de Protección Civil*, 2014,
https://www.ucoj.mx/content/cms/13/file/federal/LEY_GRAL_DE_PROT_CIVIL.pdf
- 95.- Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, *Atlas Nacional de Riesgos*, Tomo DCCLIX, Diario Oficial de la Federación, 2016,
file:///C:/Users/HP%20Pavillion/Downloads/Guia_contenido_minimo2016.pdf
- 96.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *DENUE*, 2022,
<https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html>
- 97.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Encuesta Nacional de Vivienda*, 2020,
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/envi/ENVI2020.pdf>
- 98.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Banco de Indicadores*, 2020,
<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=265&ag=09#D265>
- 99.- Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda [CANADEVI], (2015), Situación actual de la vivienda en la Ciudad de México,
https://paot.org.mx/micrositios/Ciudad/RV_archivos/27/Mesa_2/2_Manuel.pdf
- 100.- Rodríguez, M., (1 de abril de 2021), *Clasificación de estimados de costos*,
<https://www.cmic.org/clasificacion-de-estimados-de-costos/>
- 101.- AACE International (2023), *Cost Engineering Terminology*,
<https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=42>
- 102.- AACE International (2004), *Skills & Knowledge of Cost Engineering*,
[file:///C:/Users/HP%20Pavillion/Downloads/Skills_and_knowledge_of_cost_engineering.p
df](file:///C:/Users/HP%20Pavillion/Downloads/Skills_and_knowledge_of_cost_engineering.pdf)
- 103.- Apple I Mac, Walmart, [https://www.walmart.com.mx/computadoras/laptops/todas-las-laptops/apple-imac-procesador-intel-core-i5-hasta-3-60-ghz-memoria-de-8gb-ddr4-ssd-de-256gb-pantalla-d-apple-mhk03lla_00019425216000?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQpPjopCqjGSbRcVUnlaADbFPBAHi_GR-
oj_Atv8FWBLRSZaEzzq-kaAvHPEALw_wcB](https://www.walmart.com.mx/computadoras/laptops/todas-las-laptops/apple-imac-procesador-intel-core-i5-hasta-3-60-ghz-memoria-de-8gb-ddr4-ssd-de-256gb-pantalla-d-apple-mhk03lla_00019425216000?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQpPjopCqjGSbRcVUnlaADbFPBAHi_GR-
oj_Atv8FWBLRSZaEzzq-kaAvHPEALw_wcB)
- 104.- Computadora Gaming Dell, ClaroShop,
https://www.claroshop.com/producto/15321276/computadora-gaming-dell-i7-16gb-de-ram-1tb-hdd-120-ssd/?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQwmmmbaf8XINNzyT1NOEg0lwrPY8tWi924geE4CkOzU677_FUS20i8aAmp2EALw_wcB
- 105.- Escritorio, Walmart, https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/escritorios/topliving-escritorio-minimalista-escritorio-para-computadora-moderno-escritorios-de-oficina-topliving-escritorio-home-office_00750302753304?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQ0AJPf38GEfYbx7t7eNYDprV-V9mKWV-OT8o7ultgsvrF7OtRpFUoaAqp1EALw_wcB

- 106.- Escritorio, Walmart, https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/escritorios/mundo-in-escritorio-color-wengue-en-l-fenix-para-hogar-y-oficina-mundo-in-home-office_00085171200720
- 107.- Silla ejecutiva, Walmart, https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/sillas-de-oficina/silla-ejecutiva-para-escritorio-oficina-ergonomica-comoda-cafe-x-pross-xp-so-cdr_00750064801050
- 108.- Multifuncional Epson, Walmart, https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/sillas-de-oficina/silla-ejecutiva-para-escritorio-oficina-ergonomica-comoda-cafe-x-pross-xp-so-cdr_00750064801050
- 109.- Multifuncional Xerox, Walmart, https://www.walmart.com.mx/deportes/deportes-individuales-y-de-contacto/otros-deportes/impresora-multifuncional-xerox-versalink-b1025-laser-negro-usb3-0-wifi-glan-fax-nfc_00009520588585
- 110.- Teléfono, Walmart, https://www.walmart.com.mx/celulares/telefonía-fija/telefonos-alambricos/2xtelefono-con-cable-linea-de-pared-para-el-hogar-oficina-negocios-telefono-fijo-telefono-fijo-blanco-sunnimix-telefono-comercial-con-cable_00007662579921
- 111.- Toyota Hilux Doble Cabina Diésel, Toyota, <https://www.toyota.mx/versiones/hilux/doble-cabina-di%C3%A9sel-mt>
- 112.- Báscula para vehículos de transporte, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Portable-Truck-Scales-18m-60-80_1600171023570.html?spm=a2700.details.0.0.2a05445dSei4mv
- 113.- Chaleco de seguridad, ULINE, https://es.uline.mx/Product/Detail/S-24709-2X/High-Visibility-Clothing/Class-2-DeWalt-Hi-Vis-Safety-Vest-2XL?pricode=WB7419&gadtype=pla&id=S-24709-2X&gclid=CjwKCAiAvk2bBhB8EiwAZUbP1BkqQWOug3xf3ZW5OeM84Yb_irQ6gfPWat9XeH0mZ2kR_ehGOcK_-bhoCCloQAvD_BwE
- 114.- Botas de seguridad, Safety Depot, <https://safetydepot.com.mx/collections/con-casquillo/products/760-pol>
- 115.- Orejeras para casco, ULINE, <https://safetydepot.com.mx/collections/con-casquillo/products/760-pol>
- 116.- Casco de seguridad, ULINE, https://es.uline.mx/BL_3459/3M-UVicator-Hard-Hat
- 117.- Guantes de carnaza, ULINE, https://es.uline.mx/BL_1322/Deluxe-Cowhide-Gloves?keywords=Guantes+de+Carnaza+de+Alta+Calidad
- 118.- Goggle de seguridad, ULINE, https://es.uline.mx/BL_3441/3M-GoggleGear-Safety-Goggles

119.- Sistema de bomba vertical contra incendios, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Sistema-de-la-bomba-vertical-contra-1600088410010.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.4f744d7bvXHkbo

119.- Bomba centrífuga, Emisa, <https://tienda.emisa.com.mx/producto/bomba-centrifuga-20hp-trifasica/>

120.- Planta de Tratamiento de Agua Residual, MercadoLibre, <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1362919171-planta-de-tratamiento-de-agua-residual-microtarplus-4-usuari- JM>

121.- Cisterna de 5000 L, Home Depot, https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tinacos-y-cisternas/cisternas/cisterna-5000-l-nm-equipada-124827?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce15BcBW1435V_ot7GQOA0NDaWhbT-367xbug_Lg9GW6k3OpmLXNv_loaAoWwEALw_wcB&gclid=aw.ds

122.- Lámpara solar, Amazon, https://www.amazon.com.mx/interior-anochece-amanecer-sensores-adecuadas/dp/B09LLKF7PX/ref=asc_df_B09LLKF7PX/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547163735935&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=3167991996723608302&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1640317550310&psc=1

123.- Reflector led, Tecnolite, <https://tecnolite.mx/c/p/reflector-led-exterior-50-w-luz-de-dia-ip65-ik07-no-atenuable-led-integrado/50LQLEDT65MVN>

124.- Cámara de seguridad, Amazon, https://www.amazon.com.mx/TP-Link-Tapo-C310-Exteriores-definici%C3%B3n/dp/B08LHG2W7Y/ref=asc_df_B08LHG2W7Y/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=450975504683&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=17212209330137465992&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1129824239938&th=1

125.- Extintor, ULINE, https://es.uline.mx/Product/Detail/S-9873/Fire-Protection/Fire-Extinguisher-Class-ABC-5-lb-2A10BC?pricode=WB7174&gadtype=pla&id=S-9873&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAASAS5buNkR-ig3O6ZooRcY4_QRFRFzkek98QLsksrP9Bkh8ycl5vXAM4H_waAt_jEALw_wcB

126.- Martillo hidráulico, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1357763112-martillo-rompedor-a-gasolina-3hp-hymr3000-hyundai- JM?matt_tool=51718993&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894055&matt_ad_group_id=145960431732&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619409864802&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=110831155&matt_product_id=MLM1357763112&matt_product_partition_id=1408932717052&matt_target_id=pla-1408932717052&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce174ARS8Vt84fAKJBKkmN8V0NY1_SzZx1R9jngSuwzmz-9-LxbPphb8aAtQVEALw_wcB

- 127.- Pick Up Ford F-550, FORD, <https://www.ford.mx/camiones/super-duty-chasis/2022/versiones-precios/f-550-xl-diesel/?intcmp=vhp-new-model#>
- 128.- Camión revoladora de concreto, MercadoLibre, https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-1350477968-camion-mezclador-de-concreto-kenworth-2007-8-mts-3-JM#position=25&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4d8e80e8-be92-4784-8185-56aab4b683fe
- 129.- Silo de cementantes, MercadoLibre, https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-1334694631-silo-cementero-industrial-60-t-cemento-granel-concretera-JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=399170af-77cf-458b-8220-b4e7f3e2f64d
- 130.- Silos de almacenamiento, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/MUHE-series-grain-silos-10-ton-1600387048396.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.15162ffd6EprmZ
- 131.- Sistema de purificación de agua, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/FOSTREAM-Sistema-De-Filtrado-De-Agua-62466070356.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.68f4566dh3U68E
- 132.- Cisterna 15000 L, Home Depot, https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tinacos-y-cisternas/almacenamiento-especializado/tanque-de-almacenamiento-15000-l-456045?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce1433fn1f9VhZt_fFK2ia2ClkkaO8j0icWjopBJYUQaUZgNZLQh35FgaAtJsEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- 133.- Máquina para hacer hielo en escamas, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Maquina-de-hielo-en-escamas-de-1600469318541.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2dbd5781zx1Fey
- 134.- Impactor vertical, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Impact-Impactor-Rock-Crusher-Price-Impact-1600570919452.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.ad461715wQa5ZW&s=p
- 135.- Trommel, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Trommel-Mobile-Soil-Trommel-Screen-Soil-1600232838363.html?spm=a2700.galleryofferlist.topad_creative.d_image.3fe0133d6woi8N
- 136.- Criba, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Equipo-De-Criba-De-Tromel-PARA-1600189560615.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.6791410fGkhTi6&s=p
- 137.- Banda transportadora, Alibaba, : <https://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-Industrial-Conveyor-2M->

[Length 1600434089279.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1ccc1688FWWYfc](https://www.alibaba.com/product-detail/30-Years-Factory-Wholesale-Hanging-Plate_1600483278652.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1ccc1688FWWYfc)

138.- Separador magnético, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/30-Years-Factory-Wholesale-Hanging-Plate_1600483278652.html?spm=a2700.details.0.0.1b3d425eIX4vjd

139.- Elevador de cangilones, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/hot-sale-continuous-bucket-elevator-elevadores_1600489369829.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.2237647460NWXg#

140.- Montacargas, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-861219101-montacargas-de-combustion-2500kg-JM?matt_tool=47634512&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894058&matt_ad_group_id=145960969852&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619538684828&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=487903964&matt_product_id=MLM861219101&matt_product_partition_id=1730485668402&matt_target_id=pla-1730485668402&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce16JifZzNqhyRrbP8Qw7UObObGpCfKhPatu9wKJQ078WN5hy2Z596SgaAppHEALw_wcB

141.- Balanza, Alibaba, https://www.alibaba.com/product-detail/Digitales-Balanzas-de-300kg-100kg-TCS_62437812639.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.3a997c8bdMxdHE

142.- Báscula digital, Amazon, https://www.amazon.com.mx/RHINO-Inoxidable-Registradora-Transparente-Desmontable/dp/B076ZQBMN8/ref=asc_df_B076ZQBMN8/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=393633351740&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=1184423372403508997&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-892625187284&psc=1

143.- Balanza analítica, El Crisol, https://elcrisol.com.mx/balanza-analitica-320g-x-0-0001g-explorer-ohaus.html?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce16dU3MED4hnkV9I8nPNiuEVqXT9ocwiB9L3MiPEXA0UhcGUF3L93yoaAlFyEALw_wcB

144.- Máquina de prueba de fuerza, AliExpress, https://www.aliexpress.com/item/1005001987787688.html?pdp_npi=2%40dis%21MXN%2152%2C845.58%20MXN%24%2152%2C845.58%20MXN%24%21%21%21%21%21%402101d1bc16681404840042677e0f76%2112000018325327882%21btf&t=pvid:Odd83255-4e36-4f8d-8e79-50a71038bf45&afTraceInfo=1005001987787688_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1668140484&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct

145.- Agitador de tamices, El Crisol, https://elcrisol.com.mx/agitador-para-tamices-roca.html?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce15RNSPUu3whjjNzhSe_ZJM-ywV23d2o9qmduvLZwlmXpZHydw2XFiYaAgjKEALw_wcB

146.- Tamices, Amazon, https://www.amazon.com.mx/Di%C3%A1metro-inoxidable-muestreo-est%C3%A1ndar-laboratorio/dp/B09MJB5S53/ref=asc_df_B09MJ8NLSP/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=627701215912&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=10033879520735749793

147.- Horno de laboratorio, Amazon, https://www.amazon.com.mx/ECOSHEL-Horno-Laboratorio-SECAR-Modelo/dp/B0877CYGM8/ref=asc_df_B0877CYGM8/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=629991219538&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=994312667396092276&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1881517232558&psc=1

148.- Equipo de revenimiento para concreto, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-681310615-equipo-de-revenimiento-para-concreto-JM?matt_tool=12593925&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894025&matt_ad_group_id=144394348287&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619409864793&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=540123113&matt_product_id=MLM681310615&matt_product_partition_id=1469248454877&matt_target_id=pla-1469248454877&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce17smowG5Ipt-9cEHMzLS40jWMQvuqGILdncKdmW-PK56UQLUjmNhf4aAsssEALw_wcB

149.- Mesas de trabajo para laboratorio, ULINE, https://es.uline.mx/Product/Detail/H-9638/Lab-Workbenches/Phenolic-Lab-Workbench-60-x-30?pricode=WC3466&gadtype=pla&id=H-9638&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce176IGFO-GMvZP9XpAGJGkiqwRBCzBWuRZRcC8X60uicwgGN8qG0c3caAqtgEALw_wcB

150.- Vasos de precipitados, Amazon, https://www.amazon.com.mx/Vaso-medidor-graduado-vidrio-forma/dp/B01J363VUC/ref=asc_df_B01J363VUC/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=375401234135&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7294763508862734984&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-413087190124&th=1

151.- Pissetas de plástico, Amazon, https://www.amazon.com.mx/Benail-pl%C3%A1stico-seguridad-boquilla-estrecha/dp/B07D6KZZQL/ref=asc_df_B07D6KZZQL/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=377883293745&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=13731132191658919861&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-571098082461&psc=1

152.- Probetas, Amazon, https://www.amazon.com.mx/Probeta-Graduada-de-Vidrio-100ml/dp/B09N5Z7HS6/ref=asc_df_B09N5Y4CRY/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=597127914468&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7104446289091706199&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1676315060865&th=1

153.- Pipetas, Amazon, https://www.amazon.com.mx/ULTECHNOVO-Laboratorio-Calibradas-Transferencia-Suministros/dp/B09CXMDPLN/ref=asc_df_B09CXMDPLN/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547240582016&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=36882712398268171&hv

[pone=&hvptwo=&hvgmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1532935209757&psc=1](#)

154.- Tubos de ensayo, Amazon, https://www.amazon.com.mx/borosilicato-especificaciones-durabilidad-superior-productos/dp/B093LTJQGF/ref=asc_df_B093LTJQGF/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547086747336&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=16866403402188020823&hvpon=&hvptwo=&hvgmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1776357587265&th=1

155.- Gradilla para tubos de ensayo, Amazon, https://www.amazon.com.mx/Walfront-Agujeros-Inoxidable-Instrumento-Laboratorio/dp/B07VLM5HTX/ref=asc_df_B07VLM5HTX/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=377903163353&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7748771194207597602&hvpon=&hvptwo=&hvgmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1038631553192&th=1

156.- Mortero, El Crisol, <https://elcrisol.com.mx/mortero-de-porcelana-de-1000ml-che-scientific.html>

157.- Batas de laboratorio, ULINE, https://es.uline.mx/Product/Detail/S-15376NB-42/Work-Wear/Mens-Cloth-Lab-Coat-Navy-Size-42?pricode=WB7315&gadtype=pla&id=S-15376NB-42&gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASA5bu1zPz0SAHIMHyvwAe6cP1PK4rkoLOIHdSSPoXKzi83H0rpaL_w9EaApnvEALw_wcB

158.- Mangueras de incendio, Home Depot, https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tuberias-y-conexiones/mangueras-y-conectores-flexibles/manguera-de-descarga-plana-103619?gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASA5bvT4tnRkh25e6XhXE_5GRONEz1Adzl_x9X50FDtxmc9OpAkWopLBlAmRsEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

159.- Cubetas, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-937432833-cubeta-cuplata-12-plastico-de-primera-uso-rudo-colores-JM?searchVariation=89134333193#searchVariation=89134333193&position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=18cf3edf-45f4-44c6-930b-5d47d60e81e1

160.- Cubetas 18 L, Home Depot, https://www.homedepot.com.mx/limpieza/articulos-de-limpieza/cubetas/cubeta-naranja-homer-19l-140348?gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASA5bsyMjiteGkE1TdfO8XLKDCvv_pQvqpBYKFHItSxAtBMHFQ_4Q5GtmwaAsewEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

161.- Mini cargador frontal, MercadoLibre, https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-946579905-minicargadora-bobcat-mini-cargador-l230-new-holland-nuevo-JM#position=12&search_layout=grid&type=item&tracking_id=5782b042-83ee-4bd4-9749-b4b9ec3b99cd

162.- Retroexcavadora, MercadoLibre, <https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-949399661-martillo-hidraulico-retroexcavadora-416-mega-retro-cat->

[JM#position=4&search_layout=grid&type=item&tracking_id=0aba5547-5b9b-4b52-a1fc-ca5c9ad90762](https://www.aliexpress.com/item/1005003739441691.html?pdpi=2%40dis%21MXN%21543%2C731.37%20MXN%24%21271%2C865.68%20MXN%24%21%21%21%21%4021032fa216684142768327947e77fe%2112000026995443496%21btf&t=pvid:c3e281c8-629c-4b5d-993e-d3d31c4f134c&afTraceInfo=1005003739441691_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1668414277&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct)

163.- Máquina fabricadora de ladrillos, AliExpress, https://www.aliexpress.com/item/1005003739441691.html?pdpi=2%40dis%21MXN%21543%2C731.37%20MXN%24%21271%2C865.68%20MXN%24%21%21%21%21%4021032fa216684142768327947e77fe%2112000026995443496%21btf&t=pvid:c3e281c8-629c-4b5d-993e-d3d31c4f134c&afTraceInfo=1005003739441691_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1668414277&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct

164.- Juego de consultorio, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-828780078-juego-de-consultorio-sin-vitrina-bascula-JM#matt_tool=60989938&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15701239400&matt_ad_group_id=141677970958&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619488294661&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merch_ant_id=574115161&matt_product_id=MLM828780078&matt_product_partition_id=1785461411167&matt_target_id=aud-1574484920380:pla-1785461411167&gclid=Cj0KCQiAyMKbBhD1ARIsANs7rEHZlMISH1gMIG2i7z2BhubDJa3wVco5lwrxQDBSoVMBiQzAA3-NUAaAuYmEALw_wcB

165.- Resucitadores manuales, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-962981632-resucitador-manual-mascarilla-adulto-ambu-reanimacion-handy-JM#is_advertising=true&position=7&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=7db6ca16-afc6-427d-8b0d-77434afbec07&is_advertising=true&ad_domain=VOCATCORE_LST&ad_position=7&ad_click_id=MGUzZWJmN2QtZjBIZC00Y2U2LWJkZmItN2FmM2QyNWZiZmRl

166.- Tanque de oxígeno, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-806980881-tanque-de-oxigeno-682-lts-regulador-corto-carrito-canula-JM#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=c40c3188-15df-4663-8df3-699406443a5a

167.- Gabinete médico, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1438677180-gabinete-medico-hospitalario-consultorio-envio-gratis-JM#position=9&search_layout=grid&type=item&tracking_id=382efaa2-a9d8-4ff2-82b3-d88529003274

168.- Carro para emergencias, MercadoLibre, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-923754645-carro-rojo-medico-para-emergencias-hospitalario-4-cajones-JM#position=4&search_layout=grid&type=item&tracking_id=957cbc50-311b-4249-a76c-e97891d086a6

169.- Guantes de nitrilo, MercadoLibre, <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1370630655-guantes-de-nitrilo-libre-de-latex-sin-polvo-azul-negro->

[_JM?searchVariation=174137570244#searchVariation=174137570244&position=34&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4852be3a-484e-4bf1-9064-9b4cb82a42e8](https://www.mercadolibre.com.mx/MLM-1499559220-100-jeringas-de-plastico-5-ml-con-aguja-21x32-esteril-JM?searchVariation=174137570244#searchVariation=174137570244&position=34&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4852be3a-484e-4bf1-9064-9b4cb82a42e8)

170.- Jeringas, MercadoLibre, [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1499559220-100-jeringas-de-plastico-5-ml-con-aguja-21x32-esteril-](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1499559220-100-jeringas-de-plastico-5-ml-con-aguja-21x32-esteril-JM?searchVariation=175213532501#searchVariation=175213532501&position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=d496f229-02b4-4f83-a301-26f711400f31)

[_JM?searchVariation=175213532501#searchVariation=175213532501&position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=d496f229-02b4-4f83-a301-26f711400f31](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1499559220-100-jeringas-de-plastico-5-ml-con-aguja-21x32-esteril-JM?searchVariation=175213532501#searchVariation=175213532501&position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=d496f229-02b4-4f83-a301-26f711400f31)

171.- Estetoscopio, MercadoLibre, [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1377979162-estetoscopio-3m-littmann-classic-ill-5809-color-chocolate-](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1377979162-estetoscopio-3m-littmann-classic-ill-5809-color-chocolate-JM?variation=174195171561#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=243d37e5-4047-4fd8-9af6-ddfbbf2e1ef5)

[_JM?variation=174195171561#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=243d37e5-4047-4fd8-9af6-ddfbbf2e1ef5](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1377979162-estetoscopio-3m-littmann-classic-ill-5809-color-chocolate-JM?variation=174195171561#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=243d37e5-4047-4fd8-9af6-ddfbbf2e1ef5)

172.- Baumanómetro, MercadoLibre, https://www.mercadolibre.com.mx/monitor-de-presion-arterial-digital-de-muneca-automatico-omron-hem-6123/p/MLM10648643?pdp_filters=category:MLM190865#searchVariation=MLM10648643&position=4&search_layout=grid&type=product&tracking_id=66723be3-a7f5-4fae-bdd1-18788c9c500c

173.- Glucómetro, MercadoLibre, [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1384541674-diabetes-glucometro-digital-accu-chek-instant-kit-](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1384541674-diabetes-glucometro-digital-accu-chek-instant-kit-JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=dad0c32f-71db-4385-a85d-6b2bc4dad9f2)

[_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=dad0c32f-71db-4385-a85d-6b2bc4dad9f2](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1384541674-diabetes-glucometro-digital-accu-chek-instant-kit-JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=dad0c32f-71db-4385-a85d-6b2bc4dad9f2)

174.- Tiras reactivas, MercadoLibre, [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1462641324-tiras-reactivas-accu-chek-active-2-frascos-100-tiras-roche-](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1462641324-tiras-reactivas-accu-chek-active-2-frascos-100-tiras-roche-JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=b9cda968-dc55-4385-83bf-1a7fda32444a)

[_JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=b9cda968-dc55-4385-83bf-1a7fda32444a](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1462641324-tiras-reactivas-accu-chek-active-2-frascos-100-tiras-roche-JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=b9cda968-dc55-4385-83bf-1a7fda32444a)

175.- Termómetro digital, MercadoLibre, [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-889895152-temometro-con-punta-flexible-digital-omron-](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-889895152-temometro-con-punta-flexible-digital-omron-JM#position=30&search_layout=grid&type=item&tracking_id=87404b31-db12-4c92-af0a-79b1e50f377d)

[_JM#position=30&search_layout=grid&type=item&tracking_id=87404b31-db12-4c92-af0a-79b1e50f377d](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-889895152-temometro-con-punta-flexible-digital-omron-JM#position=30&search_layout=grid&type=item&tracking_id=87404b31-db12-4c92-af0a-79b1e50f377d)

176.- BBVA, (2022), *¿Qué es el valor catastral de un inmueble?*, <https://www.bbva.mx/educacion-financiera/creditos/que-es-el-valor-catastral.html>

177.- Grupo Leaf, 2022, <https://www.cuidatudinero.com/13100760/como-descubrir-cuanto-vale-un-terreno>

178.- Secretaría de Administración y Finanzas, 2022, https://servidoresx3.finanzas.cdmx.gob.mx/tesoreria/v_unitarios/tipo_area.html

179.- Sistema Abierto de Información Geográfica de la Ciudad de México [SIG], 2022 https://sig.cdmx.gob.mx/datos/#d_datos_cat

- 180.- Vivanuncios Blog, (2022), *¿Cómo se calcula el precio de un terreno en México?*, <https://blog.vivanuncios.com.mx/bienes-raices/como-se-calcula-el-precio-de-un-terreno-en-mexico/>
- 181.- Código Fiscal de la Ciudad de México, (2019), https://congresocdmx.gob.mx/archivos/transparencia/CODIGO_FISCAL_CDMX.pdf
- 182.- Cáceres Jiménez J., (2021), Beneficio Fiscal en CDMX en la adjudicación de inmuebles ¿en qué consiste?, *Revista Real Estate*, <https://realestatemarket.com.mx/noticias/mercado-inmobiliario/31768-beneficio-fiscal-en-cdmx-por-compra-de-inmuebles-que-es#:~:text=El%20ISAI%20es%20una%20contribuci%C3%B3n,en%20la%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico.>
- 183.- Wise B., (2022), Mantente organizado: las mejores herramientas financieras para tu negocio, *Camino financiero*, <https://www.caminofinancial.com/es/herramientas-financieras/#:~:text=Las%20herramientas%20financieras%20son%20aquellos,utilizan%20para%20administrar%20las%20finanzas>
- 184.- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción [CMIC], (2023), *Centro Nacional de Ingeniería de Costos*, <https://www.cmic.org/ceico/>
- 185.- Habitissimo, (2022), *Construcción en Ciudad de México: Precio y Cotizaciones*, <https://www.habitissimo.com.mx/presupuesto/construccion/ciudad-de-mexico>
- 186.- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción [CMIC], (2022), *Instituto Mexicano del Seguro Social costo de mano de obra por metro cuadrado regidos por la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas*, <https://www.cmic.org.mx/sectores/salud/2022/PDF/Costo%20por%20m2%202022.pdf>
- 187.- Índice de inflación en México desde 2010 hasta 2027, (2023), Statista, <https://es.statista.com/estadisticas/635830/tasa-de-inflacion-de-mexico-2020/>
- 188.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *México en Cifras, Ciudad de México, 2020*, <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09#collapse-Resumen>
- 189.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, SCINCE, *Censo 2020, 2020*, <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09#collapse-Resumen>
- 190.- Lucas P., (2014), *Gestión de las empresas por procesos*, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23486/PFC_EOI_PLA_201406_Gesti%C3%B3n%20de%20las%20Empresas%20por%20Procesos.pdf
- 191.- Barrera, R., (2018), *Gestión de procesos de negocio*, Año 14, Número 32, Inventio, Morelos, <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/761/564-3308-3-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 192.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*, 2018, <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- 193.- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Glosario*, 2019, http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D4_GLOS_IMPACTO.htm#:~:text=Sistema%20Ambiental.,se%20pretende%20establecer%20el%20proyecto.
- 194.- Software DELSOL, *Externalidades*, 2022, <https://www.sdelosol.com/glosario/externalidades/>
- López, Ortiz B., *Las externalidades*, Economía, UNAM, s.f., <http://herzog.economia.unam.mx/profesores/lopez/valoracion-externalidades.pdf>
- 195.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional*, 2019, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf
- 196.- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*, 2014, https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- 197.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010, *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*, <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- 198.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011, *NORMA Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2011*, <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- 199.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001, *NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001*, <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- 200.- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, *Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México*, 2020, https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPA/IRS_2020_vf_anexos.pdf
- 201.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Cuarenta años de cartografía de la vegetación de México*, s.f., https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.snieg.mx/DocumentacionPortal/geografico/sesiones/doc_22017/Present_Serie_VI_Carta_U_Sue.pdf&ved=2ahUKEwj1xMW-t8f7AhW_NEQIHxvpCtgQFnoECA0QBg&usg=AOvVaw1li_AMsE1y5QCN9FXFmbjD
- 202.- Facultad de Ingeniería, UNAM, *Movimiento de tierras*, s.f., https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ingenieria.unam.mx/luis_cr/licenciatura_ic/1608_mt/1608_material/2.1_desmonte.pdf&ved=2ahUKEwip24-Xucf7AhWoIUQIHYNDBXwQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw3SwFFVohVzGqp75wFaDp9I

- 203.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Guía para la Interpretación de Cartografía Climatológica*, s.f.,
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ingenieria.unam.mx/luis-cr/licenciatura-ic/1608-mt/1608-material/2.1-desmonte.pdf&ved=2ahUKEwip24-Xucf7AhWoIUQIHYNDBXwQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw3SwFFVohVzGqp75wFaDp9l>
- 204.- Universidad de Extremadura, UNEX, *El suelo es un FEOZEM*, s.f.,
<https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Feozem.htm>
- 205.- Universidad de Sevilla, *Suelos de Andalucía Occidental: Phaeozem háptico*, 2015,
<http://institucional.us.es/suelos/index.php/p/ph>
- 206.- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Edafología*, s.f.,
<https://mia.semarnat.gob.mx:8443/ManifestacionImpactoAmbiental/faces/modarchivos/downloadFile.xhtml?idArchivoProyecto=844683&tipo=general>
- 207.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Carta Geológica de Milpa Alta*, s.f.,
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Geologia_hist/1_50_000/702825640774.pdf
- 208.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Carta Geológica de Milpa Alta*, s.f.,
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825640774>
- 209.- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Mapas, SIGEIA*, s.f.,
<https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>
- 210.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)*, 2018,
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia>
- 211.- Gobierno de México, *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial, Versión ejecutiva*, s.f.,
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632549/ENOT_versio_n_ejecutiva_26.2.21-Abr_.pdf
- 212.- Cámara de Diputados, LXV Legislatura, *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 2022, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- 213.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*, 2006,
<http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo%20Urbano%20y%20Ordenamiento%20Territorial/Otras%20disposiciones/manual%20del%20proceso%20de%20ordenamiento%20ecologico.pdf>
- 214.- Centro de documentación y asesoría municipal del Instituto de Estudios Municipales, UNSIS, s.f., <http://cdam.unsis.edu.mx/>

- 215.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda SEDUVI, s.f., <https://datos.cdmx.gob.mx/organization/about/secretaria-de-desarrollo-urbano-y-vivienda>
- 216.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda SEDUVI, *Mapa de Ciudad de México, Cartografía*, s.f., <http://ciudadmx.cdmx.gob.mx:8080/seduvi/>
- 217.- Consejería Jurídica y de Servicios Legales, *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*, 2022, <https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/index.php/leyes/leyes/117-ley-ambiental-de-proteccion-a-la-tierra-en-el-distrito-federal#ley-ambiental-de-protecci%C3%B3n-a-la-tierra-en-el-distrito-federal>
- 218.- Gobierno del Distrito Federal, *Programa delegacional de desarrollo urbano para la delegación Xochimilco*, 2005, http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PDDU_XOCHI_MILCO_GODF_6-MAY-05.pdf
- 219.- Regueiro, M., *El Amianto: Mineralogía del riesgo*, Demolición & Reciclaje, No. 43, Noviembre 2008, <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Amianto%20y%20asbestos%20-%20Manuel%20Regueiro.pdf>
- 220.- Universidad del Rosario, Bogotá, *Glosario*, s.f., <https://www.urosario.edu.co/Documentos/Evento-UR/Facultad-de-Ciencia-Politica/Asbesto-un-peligro-silencioso.pdf>
- 221.- Salas, G., *Asbestos de México*, Boletín Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XXXIX, No. 2, p.p 154-161, Septiembre 1978, <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/267-sitio/articulos/tercera-epoca/3902/1214-3902-18-garcia>
- 222.- Hernández, L., *Toxicología del asbesto*, 2009, https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062009000300003
- 223.- Secretaría de Salud, *NORMA Oficial Mexicana NOM-125-SSAI-2016*, 2015, http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6456/salud11_C/salud11_C.html
- 224.- Instituto de Salud Pública, Gobierno de Chile, *Protocolo para la toma de muestra de materiales con fibras de asbesto existentes en los lugares de trabajo*, 2015, <https://multimedia.3m.com/mws/media/15718080/protocolo-toma-muestra-materiales-con-fibras-de-asbesto-existentes-en-lugares-de-trabajo.pdf>
- 225.- Ruiz, A., *Residuos de amianto (ACM) tratados termoquímicamente, opciones para su valorización*, Universidad Autónoma de Madrid, s.f., http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/CT%202016/Paneles/1998971_840_panel.pdf
- 226.- Higiene Ambiental, *El amianto tratado con microondas deja de ser nocivo*, Febrero 2012, <https://higieneambiental.com/calidad-de-aire-interior/el-amianto-tratado-con-microondas-deja-de-ser->

[nocivo#:~:text=El%20procedimiento%20consiste%20en%20calentar,sin%20peligro%20para%20la%20salud.](#)

227.- Sistema de Administración Documental, *Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México*, 2014,

http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/docpub/atlasriesgo/MR_Xochimilco.pdf

228.- Data México, Gobierno de México, *Municipio de Ciudad de México: Xochimilco*, 2021,

<https://datamexico.org/es/profile/geo/xochimilco#economy>

229.- Sistema de Administración Documental, *Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México*, 2014,

http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/docpub/atlasriesgo/MR_Milpa_Alta.pdf

230.- Data México, Gobierno de México, *Municipio de Ciudad de México: Milpa Alta*, 2021,

<https://datamexico.org/es/profile/geo/milpa-alta>

231.- Survey Monkey Audience, (2022), *Cuestionario sobre construcción de vivienda*,

https://es.surveymonkey.com/welcome/sem/?program=7013A000000mweBQAQ&utm_bu=CR&utm_campaign=71700000059189691&utm_adgroup=58700005408386346&utm_content=43700049190940759&utm_medium=cpc&utm_source=adwords&utm_term=p49190940759&utm_kxconfid=s4bvpi0ju&language=non-english&gclid=Cj0KCQiAiJSeBhCCARIsAHnAzT9PBmF5jMHLMF6VxYaeK0ZIYV4Y9mckLhevGkgC8Ro_wniDSzFmxyHUaAqkfEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

232.- Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, (2017), *Estudio de la oferta y la demanda*, UNAM,

http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1435/mod_resource/content/1/contenido/index.html

233.- Secretaría de Economía, (2010), *Microempresas*, <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/mexico-emprende/empresas/microempresario>

- 234.- Construrama, (2023), *¿Quiénes somos?*, <https://www.construrama.com/somos-construrama#:~:text=Construrama%20fue%20creada%20por%20CEMEX,del%20mercado%20de%20la%20Construcci%C3%B3n>.
- 235.- Casa Palacios, (2023), Casa Palacios Aceros para Construcción, <https://casapalacios.com.mx/>
- 236.- Home Depot, (2011), *Corporate and Financial Overview*, [https://web.archive.org/web/20111002023554/https://corporate.homedepot.com/en_US/Corporate/Public Relations/Online Press Kit/Docs/Corp Financial Overview.pdf](https://web.archive.org/web/20111002023554/https://corporate.homedepot.com/en_US/Corporate/Public%20Relations/Online%20Press%20Kit/Docs/Corp%20Financial%20Overview.pdf)
- 237.- Revista Expansión, Obras, (2022), <https://obras.expansion.mx/construccion/2022/08/29/las-constructoras-mas-importantes-de-mexico-2022-a-detalle>
- 238.- Grupo Carso, (2020), *Informe anual*, <https://www.carso.com.mx/wp-content/uploads/2021/04/Informe-2020.pdf>
- 239.- Monex, (2022), *Lo que debes saber sobre invertir en Fibra Uno*, <https://blog.monex.com.mx/mercados-financieros/lo-debes-saber-invertir-en-fibra-uno#:~:text=Fibra%20Uno%20es%20un%20portafolio,comercial%2C%20industrial%20y%20de%20oficinas>.
- 240.- Impulsora del Desarrollo y Empleo en América Latina, S.A.B. de C.V. y Subsidiarias, (2021), *Estados financieros consolidados*, <https://www.ideal.com.mx/wp-content/uploads/2022/06/IDEAL-Consolidado-2021-Correg.-Firmado.pdf>
- 241.- PINFRA, (2023), <https://www.pinfra.com.mx/>
- 242.- Grupo GP, (2023), <https://www.grupogp.com.mx/nuestro-grupo>
- 243.- Transparencia Presupuestaria, (2023), [https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Obra Publica Abierta](https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Obra%20Publica%20Abierta)
- 244.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2022), *Construcción*, <https://www.inegi.org.mx/temas/construccion/>
- 245.- Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda [SNIIV], (2023), <https://sniiv.sedatu.gob.mx/>

- 246.- Volcanpedia, (2023), *Volcanes cono de ceniza*, <http://www.volcanpedia.com/volcanes-cono-de-ceniza/>
- 247.- Universidad Complutense de Madrid, (2022), *Atlas de rocas ígneas*, <https://petroigne.wordpress.com/formas-de-yacimiento/depositos-volcanicos/edificios-volcanicos/>
- 248.- Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, (s.f.), *Fracturamiento*, UNAM, <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/109/6/A6.pdf>
- 249.- Maldonado Y., (2021), *Geologiaweb Andesita*, <https://geologiaweb.com/rocas/andesita/>
- 250.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2021), *Cambio de uso de suelo*, <https://www.cdmx.gob.mx/public/InformacionTramite.xhtml?idTramite=699>
- 251.- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, s.f., *El suelo de conservación del Distrito Federal*, <https://paot.org.mx/centro/programas/suelo-corena.pdf>
- 252.- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, (2021), *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*, https://paot.org.mx/centro/reglamentos/df/pdf/2021/RGTO_CONSTRUCCIONES_19_04_2021.pdf
- 253.- Arrieta J., (2016), *Dispersión de material Particulado (PM10) con Interrelación de Factores Meteorológicos y Topográficos*, Revista Ingeniería Vol. 16, No. 2, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096112.pdf>
- 254.- Gobierno del Distrito Federal, (2005), *Informe climatológico ambiental del Valle de México*, http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/gestion-ambiental-aire-memoria-documental-2001-2006/descargas/informe_climatologico_ambiental_valle_mexico_2005.pdf
- 255.- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, (2017), *Clasificación de los contaminantes del aire ambiente*, <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/2-clasificacion-de-los-contaminantes-del-aire-ambiente#:~:text=Los%20contaminantes%20criterio%20son%20aquellos,el%20bienestar%20de%20la%20poblaci%C3%B3n.>
- 256.- Servicio Geológico Mexicano, s.f., *Hidrogeología*, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157801/Que-es-la-Hidrogeologia.pdf>

257.- Werner J., (1996), *Introducción a la Hidrogeología*, Universidad Autónoma de Nuevo León, <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080066373/1080066373.PDF>

258.- MS Ingeniería, (2020), *Construcción de tolvas para la industria*, <https://www.ms-ingenieria.com.mx/capacitacion-y-normativas/construccion-de-tolvas-para-la-industria/>

259.- González Medrano F., (2004), *Las comunidades vegetales de México*, Instituto Nacional de Ecología, https://www.academia.edu/7215597/Las_comunidades_vegetales_de_Mexico

260.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (2002), SEMARNAT, <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>

Anexos

Anexo 1

1. Península de la Baja California Políticamente esta provincia fisiográfica ocupa los estados de Baja California y Baja California Sur. En la porción norte destaca la Sierra de San Pedro Mártir, con alturas que sobrepasan los 3,000 m (La En-cantada, 3,100 msnm). En Baja California Sur descuella la cordillera de origen volcánico, conocida como Sierra de la Giganta. En esta provincia se localizan tres discontinuidades fisiográficas: el Desierto de Sebastián Vizcaíno, con amplios llanos y médanos que se interrumpen hacia el oeste por la sierra volcánica del mismo nombre; los Llanos de Magdalena, región con bajos y bolsones, que se inundan durante la época de lluvias y cuya costa arenosa se ve interrumpida por el desarrollo de lagunas (varias de ellas comunicadas con el mar) y la Región del Cabo con serranías de granito.

2. Llanura sonorenses La mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora. Consta de una serie de sierras paralelas con una orientación nor-noroeste a sur-sureste, separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras extensas, que se van ampliando hacia la costa. Los ríos Sonoyta y Concepción son intermitentes y se originan dentro de esta provincia. Aunque la mayor parte de la cuenca del río Colorado se ubica en los EE.UU., forma un gran delta en su desembocadura en el Golfo de California. Al oriente de este río se localiza una extensa zona de dunas, casi desprovistas de vegetación, que llegan hasta la Sierra del Pinacate, que con sus cráteres, mesetas de lava y su gran volcán El Pinacate que alcanza los 1,600 m sobre el nivel del mar, integran una discontinuidad fisiográfica en esta provincia.

3. Sierra Madre Occidental Ocupa parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit y Zacatecas. Se inicia en el área fronteriza con Arizona, EE.UU. y termina en el río Santiago en Nayarit, en donde se conecta con el Eje Volcánico Transversal. Constituye un importante sistema montañoso, de origen ígneo, volcánico en su mayor parte; la sierra se levanta hasta los 3,000 msnm con una región escarpada orientada al occidente; hacia el oriente la sierra desciende a una región con grandes mesetas. Las condiciones geológicas y fisiográficas tan peculiares de esta sierra han propiciado la formación de cañones profundos sobre su vertiente occidental, entre los que destaca el cañón del Cobre, labrado por el río Urique y sus afluentes.

4. Sierras y Llanuras del Norte Estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia enclavada en un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte de los EE.UU.

Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez encontramos uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

5. Sierra Madre Oriental Esta provincia ocupa parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Sus montañas están constituidas por rocas sedimentarias de origen marino, calizas y lutitas, principalmente de la era mesozoica; los estratos de estas rocas están doblados a manera de grandes pliegues que forman una sucesión de crestas alternadas con bajos; las cumbres oscilan entre los 2,000 y 3,000 m. Al oeste de Ciudad Victoria existen ventanas erosionables que permiten observar los afloramientos de rocas más antiguas de esta provincia: rocas metamórficas como gneises y esquistos del Precámbrico y del Paleozoico que constituyen el basamento de la sierra.

6. Grandes Llanuras de Norteamérica Esta provincia se distribuye en parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Se extiende hasta Canadá y se desarrolla en su mayor parte en los EE.UU. Presenta una alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias del Terciario que no han sido plegadas fuertemente, por lo que muestran un relieve suave, semejante a una penillanura. En algunas localidades afloran cuerpos intrusivos (Burgos, Tamaulipas). A principios del Terciario hubo un fuerte depósito de sedimentos transportado por los ríos en la llamada cuenca de Burgos, lo que originó la regresión marina hacia el oriente, que continúa hasta hoy; así, las rocas más antiguas están depositadas al occidente y los depósitos más recientes al oriente. Las rocas más importantes son lutitas y areniscas.

7. Llanura costera del Pacífico Esta provincia se localiza en parte de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Es una llanura costera angosta y alargada, cubierta en su mayor parte por materiales depositados por los ríos, es decir aluviones, que bajan hasta el mar desde la Sierra Madre Occidental. Los ríos forman deltas en sus desembocaduras, como los de los ríos Yaqui, Fuerte y Grande de Santiago. Hacia la costa se han desarrollado algunas lagunas y albuferas.

8. Llanura costera del Golfo Norte Se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León. Esta provincia se comparte con los EE.UU.; dentro del territorio mexicano se ensancha hacia el norte a lo largo del río Bravo. Presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, etc. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Existen lagunas costeras, siendo las mayores: la Laguna Madre, la Laguna de Catemaco y la Laguna de San Andrés. La mayor parte de las rocas son sedimentarias, calizas y lutitas cretácicas en las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas terciarias y lutitas depositadas al noreste de Tamaulipas (cuenca de Burgos) y otras al sudeste (cuenca de Tampico-Misantla). En esta provincia es posible encontrar intrusiones de rocas ígneas ácidas e intermedias y rocas de origen volcánico básicas, del Terciario al Cuaternario, distribuidas al norte de Tamaulipas y cerca de Ciudad Mante.

9. Mesa del Centro Localizada en parte de los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Zacatecas, entre las sierras Madre Occidental, Madre Oriental y al norte del Eje Volcánico Transversal. Las atraviesa un río importante, el Lerma. Está constituida por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica. Las llanuras más extensas se localizan en la zona de los Llanos de Ojuelos, en tanto que en la zona de los Altos de Guanajuato, las llanuras son menos extensas y las sierras más frecuentes. Se presentan dos discontinuidades fisiográficas: la sierra de Guanajuato, con una serie de valles paralelos orientados al sudeste y la sierra Cuatralba, de mesetas de lava escalonadas.

10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico Se distribuye en la porción central del país más o menos en el paralelo 19° N. En parte de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y el D. F. Esta provincia se extiende de oeste a este desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México y se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica. En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatepetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm). Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago.

11. Península de Yucatán Localizada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, es, en términos estrictamente fisiográficos, una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y uvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo. En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán. Un rasgo topográfico característico de la Península son las “aguadas”, lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de “joyas” (hoyas).

12. Sierra Madre del Sur Comprende parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Es una sierra muy compleja, que presenta montañas formadas por rocas de diversos tipos, con predominancia de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias. La Sierra Madre del Sur tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, calizas plegadas y otros sedimentos así como lavas e intrusiones. Al norte de esta sierra se localiza la gran depresión del Balsas y la región de los valles de Oaxaca. Constituye el parteaguas de la vertiente del Golfo y del Pacífico. Al norte queda limitada por el Eje Volcánico Transversal y al este con el Istmo de Tehuantepec.

13. Llanura costera del Golfo Sur Abarca las regiones costeras de Veracruz y Tabasco. Localizada en la parte baja de la vertiente de la Sierra Madre Oriental, abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, pues en esta región desembocan algunos de los más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al norte de Chiapas y al oriente de Tabasco se tienen grandes zonas inundables con abundancia de pantanos

permanentes. La sierra de los Tuxtlas, de origen volcánico, interrumpe el paisaje de esta provincia sobre la costa. Es de destacar también el lago de Catemaco, enorme caldera volcánica.

14. Sierra de Chiapas y Oaxaca Se extiende por la parte norte de Chiapas y sur de Tabasco. Incluye las sierras del noroeste y noreste de Chiapas, así como la altiplanicie al sur del estado. Dichas sierras están integradas por rocas calizas similares a las de la Sierra Madre Oriental. Al noroeste se localiza el imponente Cañón del Sumidero por donde fluye el río Grijalva y al centro-sur de la provincia se encuentra la Depresión central de Chiapas, en donde está la presa de la Angostura.

15. Cordillera centroamericana Ocupa parte de Chiapas y Oaxaca. Aunque abarca principalmente los países septentrionales de la América Central, esta provincia tiene una importante extensión en México: es una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, altura que se alcanza en las inmediaciones del volcán de Tacaná (4,117 m) formado por rocas ígneas (extrusivas y andesitas). La porción superior de las rocas del basamento está cubierta por rocas de diferentes edades, que varían desde cuarsitas del Paleozoico medio (sur de Tehuantepec) hasta calizas cretácicas (entre La Concordia y Cintalapa, Chiapas). Al sureste de Tuxtla Gutiérrez, la porción de la Planicie costera de Chiapas está recubierta por aluviones recientes y es posible encontrar afloramientos aislados de gneis, mármol y esquistos, que han sido intrusionados por rocas graníticas más recientes y cubiertas en parte por rocas volcánicas del terciario superior. Hacia la costa destacan discontinuidades dadas por albuferas (lagunas costeras separadas del mar por una barra). (González, 2004)

Anexo 2

ARTÍCULO 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

VII. La prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que conforme a lo establecido en esta Ley no sean de competencia federal;

X.- La prevención y el control de la contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras;

ARTÍCULO 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

VI.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que conforme a esta Ley sean consideradas de jurisdicción federal;

Sección V Evaluación del Impacto Ambiental

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar o restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente. El Reglamento de la presente Ley

determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento. Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado. La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases:

La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría.

Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental.

Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes.

La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso de consulta pública realizada y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado.

ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

- I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
- II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista;
- III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.

ARTÍCULO 35 BIS.- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente. La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida. Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

ARTÍCULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas. Asimismo, los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.

ARTÍCULO 35 BIS 2.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades de las entidades federativas, con la participación de los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México respectivas, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental local. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes locales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

ARTÍCULO 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o de la Ciudad de México, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables,

el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

ARTÍCULO 138.- La Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

Materiales y Residuos Peligrosos

ARTÍCULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

ARTÍCULO 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no

puedan ser técnica y económicamente sujetos de reúso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

ARTÍCULO 151 BIS.- Requiere autorización previa de la Secretaría: I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos; II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.

ARTÍCULO 152.- La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reúso y reciclaje. En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico. Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley. En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior, sean transportados a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

ARTÍCULO 152 BIS.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

ARTÍCULO 153.- La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Comercio Exterior. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones:

I. Corresponderá a la Secretaría el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que sobre este particular prevé la Ley Aduanera;

II.- Únicamente podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reúso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones vigentes;

III.- No podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, o cuando su uso o fabricación no esté permitido en el país en que se hubiere elaborado;

IV.- No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligrosos que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a las que fueron elaborados, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuvieren destinados; ni podrá autorizarse el tránsito de tales materiales o residuos peligrosos, cuando provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país;

V.- El otorgamiento de autorizaciones para la exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor;

VI. Los materiales y residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, inclusive los regulados en el artículo 85 de la Ley Aduanera, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría;

VII. El otorgamiento de autorizaciones por parte de la Secretaría para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que se garantice debidamente el cumplimiento de lo que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables, así como la reparación de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero; y Asimismo, la exportación de residuos peligrosos deberá negarse cuando se contemple su reimportación al territorio nacional: no exista consentimiento expreso del país receptor; el país de

destino exija reciprocidad; o implique un incumplimiento de los compromisos asumidos por México en los Tratados y Convenciones Internacionales en la materia.

VIII. En adición a lo que establezcan otras disposiciones aplicables, podrán revocarse las autorizaciones que se hubieren otorgado para la importación o exportación de materiales y residuos peligrosos, sin perjuicio de la imposición de la sanción o sanciones que corresponda, en los siguientes casos:

- a) Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los materiales o residuos peligrosos autorizados constituyen mayor riesgo para el equilibrio ecológico que el que se tuvo en cuenta para el otorgamiento de la autorización correspondiente;
- b) Cuando la operación de importación o exportación no cumpla los requisitos fijados en la guía ecológica que expida la Secretaría;
- c) Cuando los materiales o residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados;
- d) Cuando se determine que la autorización fue transferida a una persona distinta a la que solicitó la autorización, o cuando la solicitud correspondiente contenga datos falsos, o presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud.

Capítulo VIII ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa, olores y contaminación visual.

ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente. (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2022)

Anexo 3

Diez equipos con la siguiente descripción:

Apple iMac: Procesador Intel Core i5, (hasta 3.60 GHz) Memoria de 8GB DDR4, SSD de 256GB

Pantalla Apple MHK03LL/A

Wi-Fi

Memoria Interna: 256 GB

Tamaño de Pantalla: 22 Pulgadas

País de Origen: Estados Unidos

Largo del Producto Armado: 39 cm

Altura del Producto Armado: 32 cm

Memoria Interna Measure: 256 GB

Peso del Producto Armado: 5.9 kg

Pantalla LED

Memoria RAM: 8 GB

Contenido del empaque

Apple iMac: Procesador Intel Core i5 (hasta 3.60 GHz), Memoria de 8GB DDR4, SSD de 256GB,

Pantalla de 21.5

Precio unitario: \$9,999.99

Precio total: \$90,999.99

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra:

https://www.walmart.com.mx/computadoras/laptops/todas-las-laptops/apple-imac-procesador-intel-core-i5-hasta-3-60-ghz-memoria-de-8gb-ddr4-ssd-de-256gb-pantalla-d-apple-mhk03II-a_00019425216000?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQpPjopCqjGSbRcVUnIaADbFPBAHi_GR-oj_AtV8FWBLRSZaEzzq-kaAvHPEALw_wcB

Cinco equipos con la siguiente descripción:

Computadora Gaming Dell, i7, 16gb de RAM y 1TB HDD + 120 SSD

-Procesador: Core i7 2da/3ra

-16gb RAM DDR3

-1Tb Disco duro (HDD) + 120gb disco solido (SSD)

-Monitor 22 Pulgadas Wide

-Wifi

-Cables ac y video

-Mouse y teclado americanos

-Windows 10 pro 64 Bit/ Office 2019**

Tarjeta Gráfica Gt 710

Precio unitario: \$10700

Precio total: \$53,500

Proveedor: Claro Shop

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra:

<https://www.claroshop.com/producto/15321276/computadora-gaming-dell-i7-16gb-de-ram-1tb-hdd-120->

[ssd/?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQwmmmbaf8XINNzyT1NOEg0lwrPY8tWi924geE4CkOzU6
77_FUS20i8aAmp2EALw_wcB](https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/escritorios/topliving-escritorio-minimalista-escritorio-para-computadora-moderno-escritorios-de-oficina-topliving-escritorio-home-office_00750302753304?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQ0AJPf38GEfYbx7t7eNYDprV-V9mKWV-OT8o7ultqsvrF7OtRpFUoaAqp1EALw_wcB)

Anexo 4

Diez escritorios con la siguiente descripción:

TOPLIVING Escritorio Minimalista, Escritorio para Computadora Moderno Escritorios De Oficina
Topliving, Home Office

Color: caoba

País de Origen: China

Requiere Ensamblaje: Sí

Largo del Producto Armado: 120.00 cm

Altura del Producto Armado: 75.00 cm

Ancho del Producto Armado: 140.00 cm

Peso del Producto Armado: 18.00 kg

Precio unitario: \$1599.00

Precio total: \$15,990.00

Proveedor: Walmart

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/escritorios/topliving-escritorio-minimalista-escritorio-para-computadora-moderno-escritorios-de-oficina-topliving-escritorio-home-office_00750302753304?gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQ0AJPf38GEfYbx7t7eNYDprV-V9mKWV-OT8o7ultqsvrF7OtRpFUoaAqp1EALw_wcB

Y cinco escritorios con la siguiente descripción:

Mundo In Escritorio Color Wengue en L Fenix para Hogar y Oficina Mundo In Home Office

Largo del Producto Armado: 128 cm

Altura del Producto Armado: 76 cm

Composición: MDF

Ancho del Producto Armado: 114 cm

Peso del Producto Armado: 24 kg

Precio unitario: \$ 4,499.00

Precio total: \$ 22,495.00

Proveedor: Walmart

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/escritorios/mundo-in-escritorio-color-wengue-en-l-fenix-para-hogar-y-oficina-mundo-in-home-office_00085171200720

Diez sillas de escritorio con la siguiente descripción:

Silla oficina ergonómica, escritorio, silla, cómodo, silla homemade furniture sin reposabrazos Gris
HOMEMAKE FURNITURE HIGOS FABRIC GREY RF

Largo del Producto Armado: 49.00 cm

Altura del Producto Armado: 91.00 cm

Composición: Madera

Ancho del Producto Armado: 53.50 cm

Gama Color: Gris

Peso del Producto Armado: 6.30 kg

Precio unitario: \$1,699.00

Precio total: \$ 16,990.00

Proveedor: Walmart

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/sillas-de-oficina/silla-oficina-ergonomica-escritorio-silla-comodo-silla-homemade-furniture-sin-reposabrazos-gris-homemade-furniture-higos-fabric-grey-rf_00079151441325

Cinco sillas con la siguiente descripción:

Silla Ejecutiva Para Escritorio Oficina Ergonomica Comoda cafe X-PROSS XP-SO-CDR

Largo del Producto Armado: 58 cm

Altura del Producto Armado: 52 cm

Composición: piel sintética

Ancho del Producto Armado: 28 cm

Gama Color: Café

Peso del Producto Armado: 9 kg

Contenido del empaque 1 silla más herrajes

Precio unitario: \$2,399.00

Precio total: \$11,995.00

Proveedor: Walmart

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/muebles/escritorios-y-muebles-de-oficina/sillas-de-oficina/silla-ejecutiva-para-escritorio-oficina-ergonomica-comoda-cafe-x-pross-xp-so-cdr_00750064801050

Dos multifuncionales con la siguiente descripción:

Multifuncional Epson EcoTank L3250 Impresora Copiadora y Escáner Epson C11CJ67301

Largo del Producto Armado: 43 cm

Altura del Producto Armado: 35 cm

Tipo de Cartucho: Tinta

Conexiones USB de alta velocidad (compatible con USB 2.0), Wi-Fi, Wi-Fi Direct

Ancho del Producto Armado: 34 cm

Gama Color: Negro

Peso del Producto Armado: 19.26 kg

Nombre del Modelo Comercial: C11CJ67301

Páginas Impresas a Color por minuto: 15.00

Páginas impresas a Blanco y Negro por minuto: 33.00

Contenido del empaque Multifuncional Epson EcoTank L3250, Impresora, Copiadora y Escáner

Proveedor: Walmart

Precio unitario: \$ 4,538.00

Precio total: \$ 9,076.00

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/computadoras/impresoras-y-scanners/impresoras/multifuncional-epson-ecotank-l3250-impresora-copiadora-y-escaner-epson-c11cj67301_00001034395809

Impresora con la siguiente descripción:

Impresora Multifuncional Xerox VERSALINK B1025 LASER NEGRO USB3.0 WIFI GLAN FAX NFC

Wi-Fi

Largo del Producto Armado: 50.5 cm

Altura del Producto Armado: 59.9 cm

Tipo de Cartucho: Toner

Ancho del Producto Armado: 56.1 cm

Peso del Producto Armado: 30 kg

Nombre del Modelo Comercial: VERSALINK B1025

Contenido del empaque: IMPRESORA, CABLES, DOCUMENTACION

Proveedor: Walmart

Precio total: \$22,379.00

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Link de compra: https://www.walmart.com.mx/deportes/deportes-individuales-y-de-contacto/otros-deportes/impresora-multifuncional-xerox-versalink-b1025-laser-negro-usb3-0-wifi-glan-fax-nfc_00009520588585

Tres teléfonos con la siguiente descripción:

Teléfono Con Cable Línea De Pared Para El Hogar Oficina Negocios Teléfono Fijo Teléfono Fijo Blanc Sunnimix Teléfono comercial con cable

Volumen de manos, identificador de llamadas biformato DTMF\FSK, fácil de instalar y cómodo de usar.

Doble enlace, 11 s de enlace simple, fáciles de extraer y por teléfono.

Número de llamada y registro de tiempo de llamada [8 bits] o 32 s [16 bits], al número eléctrico 14 [8 bits] [16 bits] y registros de tiempo de llamada.

Pantalla de fecha y semana real Nivel de brillo LCD 5, 1-99 horas sin interrupción, 16 selección de tonos de timbre regulares.

3 ajustes de función de suena diferente, función de retención de música integrada y elevación automática de la máquina.

Proveedor: Walmart

Fecha de cotización: 2/octubre/2022

Precio unitario: \$ 1,120.13

Precio total: \$3,360.69

Link de compra: <https://www.walmart.com.mx/celulares/telefonos-alambricos/2telefono-con-cable-linea-de-pared-para-el-hogar-oficina-negocios-telefono-fijo-telefono-fijo-blanco-sunnimix-telefono-comercial-con-cable-00007662579921>

Anexo 5

D4-D con Common Rail (inyección directa de combustible por ducto común de alta presión)

Manual de 6 velocidades Automática

Asistencia de Control en Pendientes (HAC), Control de Estabilidad de Vehículo (VSC) y Control de Tracción (TRAC)

4WD Part-Time

Independiente de doble horquilla con resortes y barra estabilizadora

Eje rígido y muelles arriba del eje

Hidráulica

Dimensión: 13 m

Frenos: Discos ventilados y Tambor

Sistema Antibloqueo (ABS), Sistema de Distribución Electrónica de la Fuerza de Frenado (EBD) y Asistencia de Frenado (BA)

Dimensiones de caja (mm):

Alto: 480

Ancho: 1,540

Largo: 1,525

Peso y capacidades

Peso vehicular (kg) 2065

Peso bruto vehicular: 2,910 kg

Configuración de asientos 2/3

Tanque de combustible 80 L

Pasajeros: 5

Capacidad de carga: 845,805 kg

Rines: Acero de 17 x 6J Aluminio de 17 x 6J

Llantas: 225 / 70 R17C 265 / 65 R17C

Llanta de refacción: P225 / 70 R17 con rin de acero

Proveedor: Toyota

Precio base: \$572,300

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

<https://www.toyota.mx/versiones/hilux/doble-cabina-di%C3%A9sel-mt>

Anexo 6

Báscula portátil para camiones de 18m, 60 Toneladas, para diferentes condiciones climáticas RS232

Lugar de Origen: Moscú, Federación Rusa

Nombre de la marca: Vamit

Número de modelo: Vamit-B 18m - 1

Fuente de alimentación: 230 V

Tipo de pantalla: Digital

Carga máxima: 60 toneladas

Dimensiones totales: 18 X 3 m

División de escala real (e): 20/50 kg

Velocidad de tránsito: hasta 3 km/h

Interfaz de datos: RS 232

Vida útil media: Al menos 12 - 15 años

Frecuencia de la fuente de alimentación: 50 Hz

Tensión de alimentación de la batería: 6 voltios

Duración de la batería: 32 horas

Proveedor: Alibaba

Precio: 20,690.00 USD - \$424,351.9

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Portable-Truck-Scales-18m-60-80_1600171023570.html?spm=a2700.details.0.0.2a05445dSei4mv

Anexo 7

Chaleco de seguridad de alta visibilidad Clase 2, Marca DeWalt

100 unidades con la siguiente descripción:

Malla de poliéster cómoda con costuras reforzadas de uso pesado.

2 bolsillos internos, 6 externos, presillas porta radio y abertura para argolla en D.

Reflejante: Clase 2 – Cumple con Regulaciones Gubernamentales (EUA)

Modelo: S-24709-2X

Tallas variadas

Precio unitario: \$748.00

Precio total: \$74,800.00

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

<https://es.uline.mx/Product/Detail/S-24709-2X/High-Visibility-Clothing/Class-2-DeWalt-Hi-Vis-Safety-Vest-2XL?pricode=WB7419&gadtype=pla&id=S-24709->

[2X&gclid=CjwKCAiAvK2bBhB8EiwAZUbP1BkgQWOug3xf3ZW5OeM84Yb_irQ6gfPWat9XeH0mZ2kR_ehGOcK_-bhoCCloQAvD_BwE](https://www.google.com/search?q=Botas+de+seguridad+con+casquillo+Marca+Lica+Modelo+760&gclid=CjwKCAiAvK2bBhB8EiwAZUbP1BkgQWOug3xf3ZW5OeM84Yb_irQ6gfPWat9XeH0mZ2kR_ehGOcK_-bhoCCloQAvD_BwE)

Botas de seguridad con casquillo, Marca Lica, Modelo 760

50 unidades

Corte: Piel crazy

Forro: Textil acojinado térmico y con alta resistencia a la fricción.

Suela: Hule SBR.

Presentación: Borcegui de 6î.

Color: Café.

Precio unitario: \$702.83

Precio total: \$35,141.5

Proveedor: Safety depot

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

<https://safetydepot.com.mx/collections/con-casquillo/products/760-pol>

Orejeras para casco, Marca 3M PELTOR, Optime 105

50 unidades

Giran fácilmente hacia arriba para retirar de los oídos cuando no se usan.

Almohadillas acojinadas grandes con relleno combinado de líquido y espuma ofrecen buen sellado y máxima comodidad.

Optime™ 105 - Orejera de doble cubierta para protección adicional. 105 dBA.

Precio unitario: \$1034

Precio total: \$51700

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

https://es.uline.mx/BL_1090/Cap-Mounted-Earmuffs

Casco de seguridad Marca 3M, UVICATOR

50 unidades

El Sensor rojo UV se torna blanco cuando es hora de reemplazarlo.

12 rejillas de ventilación aumentan el flujo de aire.

Suspensión con trinquete de 4 puntos.

Modelo: S-24402

Precio unitario: \$506

Precio total: \$25300

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

https://es.uline.mx/BL_3459/3M-UVicator-Hard-Hat

Guantes de carnaza con correa, de alta calidad

50 unidades

Usos – Para operar máquinas y manejo de materiales.

Puño de seguridad – Correa ajustable en el puño para evitar que entren desechos.

Modelo: S-16849

Precio unitario: \$264

Precio total: \$13200

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de Compra:

https://es.uline.mx/BL_1322/Deluxe-Cowhide-Gloves?keywords=Guantes+de+Carnaza+de+Alta+Calidad

Goggles de seguridad, Marca 3M GOGGLEGEAR 500

50 unidades

El diseño de perfil bajo se ajusta cómodamente debajo de respiradores y caretas.

Protegen contra impactos y salpicaduras de químicos. Ventilación indirecta.

99.9% protección UV.

Modelo: S-24392

Color: Transparente

Precio unitario: \$550

Precio total: \$27500

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra: https://es.uline.mx/BL_3441/3M-GoggleGear-Safety-Goggles

Anexo 8

Sistema de bomba vertical contra incendios, Bomba Jockey, Marca Sinyane

Caballos de fuerza: 40-150 HP

Fuente de energía: Diesel

Presión: 2-50 bar

Estructura: Bomba multietapa

Tamaño de salida: 2-6 pulgadas

Voltaje: 220/380/415

Poder: 40-150 HP

Material: hierro fundido o acero inoxidable

Característica: Alta eficiencia

Altura máxima: 650 m

Caudal máximo: 500 m³/h

Certificado: CE ISO

Sellando: sello mecánico o sello de empaque

Potencia: Diésel / eléctrico

Precio: 800 USD – \$16,408

Proveedor: Alibaba

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Sistema-de-la-bomba-vertical-contra_1600088410010.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.4f744d7bvXHkbo

Anexo 9

Bomba centrífuga 20 HP, trifásica

Marca: Evans

Motor 2 polos de alta eficiencia, trabajo continuo y uso pesado, media presión.

Tipo de Motor: Eléctrico/ Siemens, WEG

Potencia del Motor: 20.00 HP

RPM del Motor: 3450 RPM

Encendido: Eléctrico

Voltaje: 220/ 440 V

Fases del motor: Trifásico

Corriente: 51.8 / 25.9 A

Tipo de Bomba: Centrífuga

Flujo Óptimo: 2160.00 LPM

Altura Óptima: 31.00 m

Número de etapas: 1 etapas

Diámetro de Succión: 4.00 pulgadas

Diámetro de descarga: 4.00 pulgadas

Tipo de impulsor: Cerrado

Material del cuerpo: Hierro Gris

Material del impulsor: Hierro Gris

Material del sello mecánico: Cerámica, carbón, acero inoxidable y/o buna

Temperatura Máxima del Agua: 40 C

Precio: \$72,421.01

Proveedor: Tienda Emisa

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

<https://tienda.emisa.com.mx/producto/bomba-centrifuga-20hp-trifasica/>

Anexo 10

5 unidades

Planta de tratamiento de agua residual Microtarplus 4 Usuari

Capacidad de tratamiento de 800 L diarios o para 4 usuarios

Con sistema de aireación de burbuja fina

Material reforzado de polietileno de alta densidad.

Equipos de bajo consumo eléctrico, 100 a 175 watts

No constituye un foco de infección, no contamina, no genera olores

Sustituto de Drenaje

Degradación de lodos

Proveedor: Mercado Libre

Precio unitario: \$96,200

Precio total: \$481,000

Fecha de cotización: 12/octubre/2022

Link de compra:

<https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1362919171-planta-de-tratamiento-de-agua-residual-microtarplus-4-usuari- JM>

Cisterna de 5000 L equipada

Largo: 133 cm

Ancho: 238 cm

Material: Polietileno

Color: Azul Acabado Liso

Peso: 79 kg

Garantía proveedor: 100

Modelo: 510155

Capacidad / tamaño: 5,000 L

No. de piezas 1 Accesorio Válvula de esfera, filtro jumbo, bomba centrífuga

Proveedor: Home Depot

Precio: \$24,393

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tinacos-y-cisternas/cisternas/cisterna-5000-l-nm-equipada-124827?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce15BcBW1435V_ot7GQOA0NDaWhbT-367xbug_Lg9GW6k3OpmLXNv_loaAoWwEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

Anexo 11

200 unidades con la siguiente descripción

Lámpara solar exterior de 400 W con sensores de radar, Dusk to Dawn

La luz de calle solar Dusk to Dawn tiene dos sensores. El sensor de luz incorporado detecta si la luz ambiental es suficiente, enciende la luz al anochecer y apaga automáticamente la luz al amanecer. El sensor de movimiento integrado aumenta el brillo al 100 % cuando se detecta movimiento y al 30 % cuando no se detecta movimiento dentro del alcance.

El reflector mide 51 cm de largo y está equipado con un poste de luz de extensión blanco de 50 cm de largo con una longitud total de 101 cm. Se puede instalar en postes de alumbrado público y paredes. El área de irradiación es de 150 metros cuadrados y el tiempo de iluminación de carga total es de 12 horas; está equipado con 448 chips LED OSRAM de alta calidad y una batería de 3.2v-15000mAh.

Tiene un control remoto que brinda la comodidad del uso a larga distancia para varios modos.

Proveedor: Amazon

Precio unitario: \$1,200

Precio total: \$ 240,000

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/interior-anochece-amanecer-sensores-adequadas/dp/B09LLKF7PX/ref=asc_df_B09LLKF7PX/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547163735935&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=3167991996723608302&hvppone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1640317550310&psc=1

100 unidades con la siguiente descripción:

Reflector LED Exterior, 50 W, IP65, IK07, No atenuable

LED integrado.

Pantalla de cristal.

Ángulo de apertura de 120°.

Protección IP65: el reflector queda resguardado del polvo y chorros de agua en cualquier dirección.

Protección IK07: resistente contra impacto de objetos de 500 gr lanzados desde una distancia de 40 cm.

Soporte de metal ajustable. Soporte de yugo. Dirige la dirección de la luz.

Montaje en exteriores: pared, techo, piso, jardín, etc.

No genera calor.

No emite rayos UV.

50 W, Luz de Día, No atenuable.

Proveedor: TecnoLite

Precio unitario: \$331.5

Precio total: \$33,150

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

<https://tecnolite.mx/c/p/reflector-led-exterior-50-w-luz-de-dia-ip65-ik07-no-atenuable-led-integrado/50LQLEDT65MVN>

Anexo 12

50 unidades

Marca TP-Link Tapo C310

Video de alta definición: graba cada imagen con una definición nítida de 3MP

Redes cableadas o inalámbricas: conecte su cámara a la red a través de Ethernet o WiFi para una instalación más flexible.

Visión nocturna avanzada: proporciona una distancia visual de hasta 30 m (98 pies) incluso en la oscuridad total.

Detección de movimiento y notificaciones: le notifica cuando la cámara detecta movimiento.

Audio bidireccional: permite la comunicación a través de un micrófono y un altavoz integrados

Almacenamiento seguro: almacena localmente hasta 128 GB de video de 3MP en una tarjeta microSD, lo que ofrece un acceso conveniente a sus secuencias de video.

Control por voz: libere sus manos con control por voz: funciona con el Asistente de Google y Amazon Alexa.

Proveedor: Amazon

Precio unitario: \$989.99

Precio total: \$49,499.5

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/TP-Link-Tapo-C310-Exteriores-definici%C3%B3n/dp/B08LHG2W7Y/ref=asc_df_B08LHG2W7Y/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=450975504683&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=17212209330137465992&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1129824239938&th=1

Extintor

20 unidades de extintor clase ABC, 5 lb

Clasificación UL 2A:10B: C

Tamaño: 8x5x6 pulgadas

Precio unitario: \$1,628

Precio total: \$32,560

Fecha de cotización: 10/octubre/2022

Proveedor: Uline

Link de compra:

https://es.uline.mx/Product/Detail/S-9873/Fire-Protection/Fire-Extinguisher-Class-ABC-5-lb-2A10BC?pricode=WB7174&gadtype=pla&id=S-9873&gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASAS5buNkR-ig3O6ZooRcY4_QRFRFnzek98QLsskrP9Bkh8ycl5vXAM4H_waAt_jEALw_wcB

Anexo 13

5 unidades

Martillo Rompedor a gasolina, 3 HP, Hyundai

Potencia: 3 HP

Tipo: Gasolina

Dimensiones: 99x42.5x48 cm

Golpes Por Minuto: 1500 gpm

Motor: Hyundai a gasolina 2 tiempos

Peso: 49 kg

Taza De Demolición: 40 J

Proveedor: Mercado Libre

Precio unitario: \$46,889.2

Precio total: \$234,446

Fecha de cotización: 12/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1357763112-martillo-rompedor-a-gasolina-3hp-hymr3000-hyundai-JM?matt_tool=51718993&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894055&matt_ad_group_id=145960431732&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619409864802&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=110831155&matt_product_id=MLM1357763112&matt_product_partition_id=1408932717052&matt_target_id=pla-

[1408932717052&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce174ARS8Vt84fAKJBKKmN8V0NY1_SzZx1R9jingSuwzmz-9-LxbPphb8aAtQVEALw_wcB](https://www.ford.com.mx/1408932717052&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce174ARS8Vt84fAKJBKKmN8V0NY1_SzZx1R9jingSuwzmz-9-LxbPphb8aAtQVEALw_wcB)

Anexo 14

2 unidades

Alternador de Trabajo pesado 240 Amp

Barra estabilizadora delantera y trasera

Batería de trabajo pesado 78 AH

Capacidad de carga 5635 kg

Motor: 6.7 L, V8, Diésel, 330 HP, 800 lb.Pie de torque

Peso bruto: 8845 kg

Tracción trasera

Tanque de combustible: 151 L

Transmisión automática de 10 velocidades con Torq Shift

Frenos de disco ABS

Bolsas de aire frontales para conductor y pasajeros

Precio base: \$1,257 400

Precio total: \$2, 514 800

Proveedor: Ford

Fecha de cotización: 12/octubre/2022

Link de compra:

<https://www.ford.mx/camiones/super-duty-chasis/2022/versiones-precios/f-550-xl-diesel/?intcmp=vhp-new-model#>

Anexo 15

2 unidades

Camión mezclador de concreto Kenworth, 2007 8 M

Motor: Cummins ISM

Transmisión: 10 velocidades

Ejes traseros: 44,000 libras

Eje delantero: 22,000 Libras

Capacidad de olla: 8 Metros

Tipo de reductor: ZF

Bomba hidráulica: Eaton

Barril: MC Neilus

Precio unitario: \$1, 450 000

Precio total: \$2, 900 000

Proveedor: Mercado Libre

Fecha de cotización: 12/octubre/2022

Link de compra:

https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-1350477968-camion-mezclador-de-concreto-kenworth-2007-8-mts-3-JM#position=25&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4d8e80e8-be92-4784-8185-56aab4b683fe

Anexo 16

Silo Cementero industrial 60 T

Marca: Braher

Modelo: BR 660

Año: 2022

Fabricado en placa 3/16

Estructura interna PTR 2x2

Estructura principal reforzada

Elaborada con viga IPR en toda la estructura principal

Sistema de apertura de neumático

Tirantes inferiores en ángulo 4x4 con PTR base en 4x4 para ser desmontados en el traslado

Báscula de 3.6 metros cúbicos

Sistema de aireadores en el cono para evitar acumulaciones

Escalera y protección

Filtro colector de polvo

Tirón quinta rueda y patines de levante

Luces de traslado

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$ 1, 714,551

Link de compra:

https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-1334694631-silo-cementero-industrial-60-t-cemento-granel-concretera-JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=399170af-77cf-458b-8220-b4e7f3e2f64d

Anexo 17

Silo MUHE de 10 toneladas de capacidad

Componentes principales: chapa galvanizada

Condición: Nuevo

Material: Acero, Chapa galvanizada en caliente

Lugar de Origen: Shandong, China

Nombre de la marca: MUHE

Peso: 10,000 kg

Garantía: 1 año

Capacidad: 10 toneladas

Tipo: Automático

Vida útil: 20 años

Proveedor: Alibaba

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Precio: 1250 USD - \$25,637.5

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/MUHE-series-grain-silos-10-ton_1600387048396.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.15162ffd6EprmZ

Anexo 18

Sistema de purificación de agua, Fostream filtro de agua con ozono

Material: PRFV

Peso: 450 kg

Tamaño: 1980x900x1940 mm

Poder: 0,75 kv

Función: Purificación de agua por ósmosis inversa

Capacidad: 300 L/h a 100000 L/h

Pre tratamiento de la primera etapa: Filtro de arena

Pre tratamiento de la segunda etapa: Filtro de carbón

Pre tratamiento de la tercera etapa: Suavizante de resina

Pre tratamiento de la cuarta etapa: Filtro de micras

Sistema RO: Membrana RO de EE. UU.

Esterilizador ultravioleta: Lámpara LED ultravioleta

Esterilizador de ozono: Generador de ozono

Certificación: ISO 9001: 2008, CE

Proveedor: Alibaba

Precio: 8000 USD - \$164,080

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra: https://www.alibaba.com/product-detail/FOSTREAM-Sistema-De-Filtrado-De-Agua_62466070356.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.68f4566dh3U68E

Anexo 19

Tanque de almacenamiento: 15,000 L

Marca: Rotoplas

Modelo: 55310

Capacidad: 15,000 L

Fabricado de HDPE

Proveedor: Home Depot

Precio: \$99,139

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

<https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tinacos-y-cisternas/almacenamiento-especializado/tanque-de-almacenamiento-15000-l-456045?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce1433fn1f9VhZt fFK2ia2CIkkaO8j0icWjopbJYUQaUZgNZLQh35FgaAtJsEALw wcb&gclsrc=aw.ds>

Anexo 20

Cisterna de 5,000 L equipada

Largo 133 cm

Ancho 238 cm

Material Polietileno

Peso: 79 kg

Modelo 510155

Capacidad / tamaño 5,000 litros

No. de piezas 1 Accesorio Válvula de esfera, filtro jumbo, bomba centrífuga

Proveedor: Home Depot

Precio: \$24,393

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tinacos-y-cisternas/cisternas/cisterna-5000-l-nm-equipada-124827?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce15BcBW1435V_ot7GQOA0NDaWhbT-367xbug_Lg9GW6k3OpmLXNv_loaAoWwEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

Anexo 21

Máquina de hielo en escamas de 3 toneladas por día

Nombre de la marca: ICEMETS

Forma de hielo: hielo en escamas

Dimensiones (largo x ancho x alto): 950 x 800 x 1530 m

Peso: 190 kg

Garantía: 1 año

Puntos clave de venta: Automático

Capacidad de almacenamiento de hielo: 350 kg

Marca del compresor:

Emerson, Bristol, Otros, Frascold, Xumei, Bitzer, Sanyo, Performer, TECUMSEH, Maneurop, Hitachi, Copeland, Daikin, DORIN, Fusheng

Proveedor: Alibaba

Precio: 3500 USD - \$71,785

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Maquina-de-hielo-en-escamas-de_1600469318541.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2dbd5781zx1Fey

Anexo 22

Tipo de motor: Motor AC

Capacidad (T/h): Máx. 100 T/h

Lugar de Origen: Henan, China

Nombre de la marca: SHUNZHI

Dimensiones (largo x ancho x alto): 720 x 660 x 850 m

Peso: 10,000 kg

Nombre: Línea de trituración de trituradora de roca para minería de piedra Precio de planta trituradora de mandíbula móvil

Apertura de alimentación: 600 x 900 mm

Proveedor: Alibaba

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Precio: 3500 USD - \$71,785

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Impact-Impactor-Rock-Crusher-Price-Impact_1600570919452.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.ad461715wQa5ZW&s=p

Anexo 23

Marca: Sinolion

Voltaje: 380 V/415 V/440 V (a petición del cliente)

Peso: 2,200 kg

Garantía de los componentes principales: 1 año

Nombre del producto: Planta de lavado de suelo de pantalla de trommel de suelo móvil a la venta

Modelo: pantalla rotativa de carbón

Poder: 5,5 kW, 7,5 kW, 11 kW

Capacidad: 30-150 toneladas por hora

Tamaño de alimentación: menos de 300 mm

Tamaño de descarga: menos de 6 mm

Certificación ISO9001:2008

Proveedor: Alibaba

Precio: 3500 USD - \$71,785

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Trommel-Mobile-Soil-Trommel-Screen-Soil_1600232838363.html?spm=a2700.galleryofferlist.topad_creative.d_image.3fe0133d6woi8N

Anexo 24

Voltaje: 380 V

Dimensiones (largo x ancho x alto): 8 x 2,25 x 2,5 m

Peso: 8,800 kg

Capacidad: 50-300 toneladas por hora

Soporte técnico por video, Repuestos gratuitos, Soporte en línea, Instalación, puesta en marcha y capacitación en campo, Servicio de mantenimiento y reparación en campo

Certificación: ISO 9001

Marca: JZ

Proveedor: Alibaba

Precio: 10,000 USD - \$205,100

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Equipo-De-Criba-De-Tromel-PARA_1600189560615.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.6791410fGkhTi6&s=&_p

Anexo 25

Transportadora industrial de alta calidad, 6 m.

Material: Aluminio

Característica de los materiales: Resistente al calor

Estructura: Cinta transportadora

Lugar de Origen: Guangdong, China

Nombre de la marca: ZDH, ZDH

Voltaje: 110V/220V/380V

Poder: 1,5 kv

Peso: 300 kg

TRANSPORTADOR

Tipo: Línea de ensamblaje automática de correas

Característica: Alta eficiencia, operación simple

Proveedor: Alibaba

Precio: 840 USD - \$17,228.4

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-Industrial-Conveyor-2M-Length_1600434089279.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1ccc1688FWWYf

Anexo 26

Componentes principales: Imanes

Modelo: RCYB

Distancia de trabajo: 1-30 cm, o personalizado

Adaptarse al ancho de la correa: 30-1000 cm, personalizado

Concha: Carcasa de hierro y acero inoxidable.

Certificación: IATF16949, ISO9001, ROHS, REACH, EN71, CE, CHCC, CP65, ETC.

Proveedor: Alibaba

Precio: 50 USD - \$1,025.5

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/30-Years-Factory-Wholesale-Hanging-Plate_1600483278652.html?spm=a2700.details.0.0.1b3d425eIX4vid

Anexo 27

Estructura: transporte vertical

Lugar de origen: Henan, China

Nombre de la marca: Daswell

Poder: 30W

Peso: 30,000 kg

Modelo: SER

Capacidad (m³/h): 35-380

Paso: 304.80 - 600 mm

Velocidad (m/min): 30

Proveedor: Alibaba

Precio: 5,000 USD - \$102,550

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/hot-sale-continuous-bucket-elevator-elevadores_1600489369829.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.2237647460NWXg#

Anexo 28

Montacargas de combustión 2,500 kg

Marca: EP

Modelo: CPQD25T3

La serie T3, viene equipada con modernos motores NISSAN K-25, lo que incrementa su calidad y alto rendimiento.

Proveedor: Mercado Libre

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Precio: 36,323 USD – \$744,984.73

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-861219101-montacargas-de-combustion-2500kg-JM?matt_tool=47634512&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894058&matt_ad_group_id=145960969852&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619538684828&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=487903964&matt_product_id=MLM861219101&matt_product_partition_id=1730485668402&matt_target_id=pla-1730485668402&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce16JifZzNqhyRrbP8Qw7UObObGpCfKhPatu9wKJQ078WN5hy2Z596SgaAppHEALw_wcB

Anexo 29

Balanza digital de 100 kg

Modelo 100 kg, TCS-A6-JQ

Tamaño de placa: 30 x 40 cm

Espesor de placa: 1.2 mm

Proveedor: Alibaba

Precio: 30 USD – \$615.3

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.alibaba.com/product-detail/Digitales-Balanzas-de-300kg-100kg-TCS_62437812639.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.3a997c8bdMxdHE

Báscula digital de 60 kg, Marca Rhino, De precisión

Capacidad y precisión: 60 kg y precisión de 5 g.

Pantalla de usuario y cliente: Cuenta con una pantalla led la cual permite visualizar el peso, precio y total.

Multifunciones: Contiene 10 memorias de acceso directo en teclado para los productos de mayor desplazamiento, función de cálculo de cambio y cálculo de precio neto con la función TARA, te permite realizar inventarios gracias a su función de conteo de piezas.

Calidad: Plato de acero inoxidable de 36 x 26 cm, con perfiles angulados para evitar derrames.

Portátil: Funciona con batería recargable de 300 horas de duración (incluida), o corriente alterna 110 V (incluye adaptador para recarga).

Proveedor: Amazon

Precio: \$2,400

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra: https://www.amazon.com.mx/RHINO-Inoxidable-Registradora-Transparente-Desmontable/dp/B076ZQBMN8/ref=asc_df_B076ZQBMN8/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=393633351740&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=1184423372403508997&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-892625187284&psc=1

Balanza analítica 320 g x 0.0001 g, Explorer, OHAUS

Balanza analítica digital Explorer (EX324).

Con 4 sensores IR para funciones de Tara, cero, impresión y calibración interna.

Capacidad de 320 g.

Sensibilidad de 0.0001 g.

Repetibilidad de ± 0.0001 g.

Linealidad de ± 0.0002 g.

Calibración AutoCal en $\Delta 1.5^{\circ}\text{C}$ de cambio en temperatura, cada 11 h y externa manual.

Modos de pesaje: Básico, porcentual, conteo de piezas, chequeo de peso, dinámico/ animal, llenado, totalización, formulación, diferencial, densidad, retención de punto alto, costo de ingrediente, ajuste de pipetas y SQC.

Unidades de pesaje: Baht, quilate, personalizado, grano, gramo, tael de Hong Kong, kilogramo, mesghal, miligramo, momme, Newton, onza, onza troy, pennyweight, libra, tael de Singapur, tael de Taiwán, tical y tola.

Interfaz RS232, USB y Ethernet (los accesorios se venden por separado).

Pantalla VGA táctil a color.

Tiempo de estabilización de 2 s.

Diámetro de plato de 90 mm.

Alimentación eléctrica de 100-240 V; 50/60 Hz.

Proveedor: El Crisol

Precio: \$139,393.51

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://elcrisol.com.mx/balanza-analitica-320g-x-0-0001g-explorer-ohaus.html?gclid=Cj0KcQjA37KbBhDgARIsAlzce16dU3MED4hnkV9l8nPNiuEVqXT9ocwiB9L3MiPEXA0UhcGUF3L93yoaAlFyEALw_wcB

Máquina de prueba de fuerza de compresión no confinada, de hormigón con pantalla digital, 300 kN

Nombre de la marca: KASON

Número de modelo: SÍ-300 Poder: 250 W

Nombre del producto: Máquina de prueba de compresión

Aplicación: para pruebas de resistencia a la compresión de construcción de ladrillo, cemento y hormigón.

Fuente de alimentación: 380 V máx.

Cargar: 300 kN

Rango de fuerza de prueba: 12-300 kN

Carrera del pistón: 60/80 mm

Pantalla: LCD de 1200 x 550 x 1400 mm

Modo de control: Proceso de carga de control manual

Proveedor: Aliexpress

Precio: \$199,449.87

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.aliexpress.com/item/1005001987787688.html?pdp_npi=2%40dis%21MXN%2152%2C845.58%20MXN%24%2152%2C845.58%20MXN%24%21%21%21%21%402101d1bc16681404840042677e0f76%2112000018325327882%21btf&t=pvid:Odd83255-4e36-4f8d-8e79-50a71038bf45&afTraceInfo=1005001987787688_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1668140484&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct

Agitador de tamices

Agitador para tamices de 200 mm (8").

Temporizador de 0 a 30 minutos; incrementos de 1 minuto.

Alimentación eléctrica 120 V.

Proveedor: El Crisol

Precio: \$23,948.93

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://elcrisol.com.mx/agitador-para-tamices-roca.html?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce15RNSPUu3whjjNzhSe_ZJM-ywV23d2o9qmduvLZWlmXpZHydw2XFiYaAgjKEALw_wcB

Tamiz, de diámetro 20 cm, de 0.075 mm a 2 mm.

Diámetro del tamizador: 20 cm, altura: 5 cm, apertura: de 0,074 mm a 1,6 mm, malla: de 200 a 12.

Material del marco: marco cromado de doble perforación, presta atención a secar si se sumerge en agua, por lo que no se oxida fácilmente

Material de la pantalla: malla de acero inoxidable 304, precisión uniforme del tamaño del poro

Nota: este precio solo para el tamiz de prueba, nota incluida la tapa y la parte inferior, si necesitas tapa e inferior, necesitas elegirlo y comprarlo

El marco del tamiz está hecho de una moldura con máquina, el borde es redondo y liso, sin rebabas, fuerte y hermoso. Borde interior y parte trasera todo el uso de tecnología de costura sin costuras, colapso apretado de la pantalla sin fugas de material. La malla cumple con los estándares nacionales.

Proveedor: Amazon

Precio: \$6990

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/Di%C3%A1metro-inoxidable-muestreo-est%C3%A1ndar-laboratorio/dp/B09MJB5S53/ref=asc_df_B09MJ8NLSP/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=627701215912&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=10033879520735749793&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1876943402322&th=1

Horno de laboratorio para secar, ECOSHEL.

Modelo: 9053A

El horno eléctrico de secado de convección mecánica forzada y control digital de temperatura asegura una temperatura homogénea dentro de la cámara del horno, es adecuado para empresas de la industria minera, laboratorios e institutos de investigación científica que requiera secar, tostar, derretir y esterilizar materiales de diversos tipos. Capacidad: 50 L Intervalo de temperatura: TA + 10 a 250° C Control de temperatura / estabilidad: 0.1 °C Visualización de temperatura: Pantalla LED de 4 dígitos de fácil operación. Temporizador: 0 – 9999 minutos. Energía: 1.6 kW Peso por estante: 15 kg Dimensiones interiores: 450 × 450 × 350 mm Dimensiones exteriores: 760 x 530 x 680 mm Peso neto: 55 kg Fuente de alimentación: 200-240V / 100-120 V Materiales de fabricación: Exterior: Acero esmaltado con pintura epóxica, resistente a la corrosión. Interior: Acero inoxidable de alta calidad,

resistente a ácidos y álcalis. Características adicionales: Puerta con aislamiento térmico y ventana de visualización Bajo ruido de ventiladores Ideal para muestras con alta humedad de secado rápido.

Proveedor: Amazon

Precio: \$26,830

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/ECOSHEL-Horno-Laboratorio-SECAR-Modelo/dp/B0877CYGM8/ref=asc_df_B0877CYGM8/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=629991219538&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=994312667396092276&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1881517232558&psc=1

Equipo de revenimiento para concreto

Cono hecho a base de lámina calibre 16, de diámetro inferior de 20 cm. Superior de 10 cm y altura de 30 cm.

Varilla punta de bala de 16 mm (5/8") y 60 cm de largo.

Cucharón de lámina capacidad 1 L.

Placa metálica de 40x40 cm y espesor de 1/4".

Color Negro.

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$2,700

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-681310615-equipo-de-revenimiento-para-concreto-JM?matt_tool=12593925&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15700894025&matt_ad_group_id=144394348287&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619409864793&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=540123113&matt_product_id=MLM681310615&matt_product_partition_id=1469248454877&matt_target_id=pla-1469248454877&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce17smowG5Ipt-9cEHMzLS40jWMQvuqGILdncKdmW-PK56UQLUjmNhf4aAsssEALw_wcB

Cinco mesas de trabajo para laboratorio

Resisten químicos corrosivos. Recomendadas para laboratorios, plantas químicas y escuelas.

La cubierta fenólica resiste temperaturas de hasta 177°C (350°F). No porosa, resiste rayones e impactos.

Resisten ácidos, humedad y bacterias.

Armazón de acero de calibre pesado con patas tubulares cuadradas resistentes.

Altura ajustable de 29 a 39" en incrementos de 2".

Modelo H-9638

Capacidad 1000 lb

Peso: 150 lb

Precio unitario: \$17,688

Precio total: \$88,440

Proveedor: Uline

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://es.uline.mx/Product/Detail/H-9638/Lab-Workbenches/Phenolic-Lab-Workbench-60-x-30?pricode=WC3466&gadtype=pla&id=H-9638&gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce176IGFO-GMvZP9XpAGJGkiqwRBCzBWuRZRcC8X60uicwgGN8qG0c3caAqtgEALw_wcB

Cinco juegos de vasos de precipitados graduados de cristal, de 50 ml, 100 ml, 250 ml, 400 ml y 600 ml

Con graduación para leer el área aproximada de etiquetado de contenidos.

Resistencia química perfecta y resistente al calor.

Resistencia a altas temperaturas. Resistencia química perfecta, buena estabilidad térmica.

Proveedor: Amazon

Precio unitario: \$664

Precio total: \$3,320

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/Vaso-medidor-graduado-vidrio-forma/dp/B01J363VUC/ref=asc_df_B01J363VUC/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=375401234135&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7294763508862734984&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-413087190124&th=1

Cuatro juegos de pisetas de plástico, de 250mL y 500 mL.

Benail, botella de plástico, de lavado de seguridad.

El paquete contiene: 8 botellas graduadas de lavado a presión. Detalles del tamaño:

4 botellas de lavado de 250 mL.

4 botellas de lavado de 500 mL.

Capacidad: 250 mL + 500 mL.

Material: plástico LDPE.

Proveedor: Amazon

Precio unitario: \$396.88

Precio total: \$1587.52

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/Benail-pl%C3%A1stico-seguridad-boquilla-estrecha/dp/B07D6KZZQL/ref=asc_df_B07D6KZZQL/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=377883293745&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=13731132191658919861&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-571098082461&psc=1

6 Probetas de laboratorio, de 50 ml, 100 ml y 250 ml

Probeta graduada de vidrio

Proveedor: Amazon

Precio: \$1858.8

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/Probeta-Graduada-de-Vidrio-100ml/dp/B09N5Z7HS6/ref=asc_df_B09N5Y4CRY/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=597127914468&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7104446289091706199&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1676315060865&th=1

Paquete de pipetas graduadas

Ultechnovo, 20 unidades de pipetas graduadas de vidrio de 15 mL

Proveedor: Amazon

Precio: \$585.39

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/ULTECHNOVO-Laboratorio-Calibradas-Transferencia-Suministros/dp/B09CXMDPLN/ref=asc_df_B09CXMDPLN/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547240582016&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=36882712398268171&hvone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1532935209757&psc=1

Paquete de tubos de ensayo

16 tubos de ensayo de 50ml

Vidrio de borosilicato

1.2 mm de grosor

1 pulgada de diámetro

15 cm de alto

Precio: \$522.2

Proveedor: Amazon

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/borosilicato-especificaciones-durabilidad-superior-productos/dp/B093LTJQGF/ref=asc_df_B093LTJQGF/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547086747336&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=16866403402188020823&hvpone=&hvptwo=&hvgmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1776357587265&th=1

Gradilla para tubos de ensayo

Soporte del tubo de ensayo de 40 agujeros está hecho de acero inoxidable de primera calidad, lo que garantiza una larga vida útil.

Proveedor: Amazon

Precio: \$388

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://www.amazon.com.mx/Walfront-Agujeros-Inoxidable-Instrumento-Laboratorio/dp/B07VLM5HTX/ref=asc_df_B07VLM5HTX/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=377903163353&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=7748771194207597602&hvpone=&hvptwo=&hvgmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010043&hvtargid=pla-1038631553192&th=1

Mortero de porcelana de 1000 mL

Marca: Che Scientific

Proveedor: El Crisol

Precio: \$924.83

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

<https://elcrisol.com.mx/mortero-de-porcelana-de-1000ml-che-scientific.html>

Batas de laboratorio

10 unidades

Extra larga para proteger la ropa contra la suciedad, mugre y polvo del trabajo.

Recomendada para laboratorios, servicios industriales sencillos y de alimentos.

Botones al frente, bolsillo en el pecho, 2 bolsillos laterales.

Combinación de polipropileno/algodón duradero y lavable.

Proveedor: Uline

Precio unitario: \$770

Precio total: \$7,770

Fecha de cotización: 15/octubre/2022

Link de compra:

https://es.uline.mx/Product/Detail/S-15376NB-42/Work-Wear/Mens-Cloth-Lab-Coat-Navy-Size-42?pricode=WB7315&gadtype=pla&id=S-15376NB-42&gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASA5bu1zPz0SAHIMHyvwAe6cP1PK4rkoLO0IHdSSPoXKzi83H0rpaL_w9EaApnvEALw_wcB

Mangueras de incendio

5 unidades de manguera plana de 760 x 6.2 cm

Manguera plana Múnich, útil para descargar agua, trabaja con una presión máxima de operación de hasta 70 PSI y resiste temperaturas de 21 grados centígrados. Fabricada con un cuerpo de plástico azul y 2 conectores a los extremos, hembra y macho, elaborados de bronce. Tiene un cuerpo de 760 cm de largo y diámetro de salida de 6.2 cm.

Proveedor: The Home Depot

Precio unitario: \$5,118

Precio total: \$25,590

Fecha de cotización: 16/octubre/2022

Link de compra:

https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tuberias-y-conexiones/mangueras-y-conectores-flexibles/manguera-de-descarga-plana-103619?gclid=Cj0KCQiAgribBhDkARIsAASA5bvT4tnRkh25e6XhXE_5GRONEz1Adzl_x9X50FDtxmc9_OpAkWopLBlaAmRsEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds

Cubetas

5 unidades de cubeta Cuplasa #12 uso rudo

Capacidad: 12 L

Proveedor: Mercado Libre

Precio unitario: \$149

Precio total: \$745

Fecha de cotización: 16/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-937432833-cubeta-cuplasa-12-plastico-de-primera-uso-rudo-colores-_JM?searchVariation=89134333193#searchVariation=89134333193&position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=18cf3edf-45f4-44c6-930b-5d47d60e81e1

5 unidades de cubeta multiusos de 18.92 L The Home Depot

Cubeta de polietileno naranja resiste un peso máximo de 34.10 kg

Proveedor: The Home Depot

Precio unitario: \$109

Precio total: \$545

Fecha de cotización: 16/octubre/2022

Link de compra:

https://www.homedepot.com.mx/limpieza/articulos-de-limpieza/cubetas/cubeta-naranja-homer-19l-140348?gclid=Cj0KCQjAgribBhDkARIsAASA5bsyMjteGkE1TdfO8XLKDCv_pQvpqpBYKFHltSxAtBMHFQ_4Q5GtmwaAsewEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

Anexo 30

Marca: New Holland

Modelo: L223VL

Año: 2022

Capacidad de carga: 3350 kg

Tipo Diésel 4 tiempos, I.D.I. - Tier III

Motor de arranque 12 V, 3.2 kW

Alternador 120 A

Batería 12 V, 925 CCA

BOMBA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO

Velocidad de rotación nominal del motor 241 RPM

VELOCIDAD DEL DESPLAZAMIENTO

Velocidad 11.3 m/s

Reductor final Accionamiento por cadena, con reducción sencilla

CORRIENTE DE ACCIONAMIENTO

Proveedor: Mercado Libre

Precio: 47,899 USD - \$982,408.49

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-946579905-minicargadora-bobcat-mini-cargador-l230-new-holland-nuevo-JM#position=12&search_layout=grid&type=item&tracking_id=5782b042-83ee-4bd4-9749-b4b9ec3b99cd

Anexo 31

Martillo Hidráulico Retroexcavadora 416 Mega Retro Cat

Equipo nuevo

Para retroexcavadora 416 o similares

Peso de máquina: 6-9.5 Ton

Peso martillo: 475 kg

Caudal de máquina: 55-95 l/min

Presión hidráulica: 120-150 Bar

Flujo de martillo: 400-800 BMP

Diámetro de la pica: 76 mm

Diámetro de tubería: ½ mm

Energía de impacto: 1300 Joule

Precio: \$162,400

Proveedor: Mercado Libre

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-949399661-martillo-hidraulico-retroexcavadora-416-mega-retro-cat- JM#position=4&search_layout=grid&type=item&tracking_id=0aba5547-5b9b-4b52-a1fc-ca5c9ad90762

Anexo 32

Peso: 2,800 kg

Dimensión: 2,260 x 1,500 x 2380 mm

Energía: 18.5 kW

Voltaje: 380 v o según sus necesidades

Presión: Motor diésel/gasolina/motor eléctrico

Certificación: ISO9001:2008 CE

Fuente de alimentación: Motor diésel/gasolina/motor eléctrico

Tipo de molde: Ladrillo hueco, Ladrillo de Bormal, etc.

Proveedor: Aliexpress

Precio: \$271,865.68

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.aliexpress.com/item/1005003739441691.html?pdp_npi=2%40dis%21MXN%21543%2C731.37%20MXN%24%21271%2C865.68%20MXN%24%21%21%21%21%4021032fa216684142768327947e77fe%2112000026995443496%21btf&_t=pvid:c3e281c8-629c-4b5d-993e-d3d31c4f134c&afTraceInfo=1005003739441691_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1668414277&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct

Anexo 33

Juego de consultorio y báscula

Incluye: mesa de exploración, gabinete, bote acojinado, banco giratorio y báscula

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$14,500

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-828780078-juego-de-consultorio-sin-vitrina-bascula-JM?matt_tool=60989938&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15701239400&matt_ad_group_id=141677970958&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=619488294661&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=574115161&matt_product_id=MLM828780078&matt_product_partition_id=1785461411167&matt_target_id=aud-1574484920380:pla-1785461411167&gclid=Cj0KCQiAyMKbBhD1ARIsANs7rEHZlMISH1gMIG2i7z2BhubDJa3wVco5lwrxxQDBSoVMBiQzAA3-NUAaAuYmEALw_wcB

Cinco unidades de resucitadores manuales

El Resucitador Manual de Silicona Oval con mascarilla Adulto, es un dispositivo médico especialmente diseñado para la ventilación manual en pacientes adultos.

El AMBUA es un resucitador de PVC reutilizable, 100% libre de látex; la textura y diseño de la superficie, aseguran un agarre cómodo y seguro, permitiendo una ventilación efectiva en periodos largos de tiempo. El resucitador manual está equipado con una válvula limitadora de presión, la cual, ha sido incluida en el diseño para garantizar la seguridad del paciente.

Características principales:

Para pacientes con peso corporal desde 30 kg (10 años)

Genera un volumen Tidal de 800 ml.

No contiene látex.

Volumen: 1630 ml

Peso: 600 gr

Válvula limitadora

Espacio muerto: 7 mL

No contiene látex

Proveedor: Mercado Libre

Precio unitario: \$779

Precio total: \$3,895

Fecha de cotización 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-962981632-resucitador-manual-mascarilla-adulto-ambu-reanimacion-handy-JM#is_advertising=true&position=7&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=7db6ca16-afc6-427d-8b0d-77434afbec07&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=7&ad_click_id=MGUzZWJmN2QtZjBIZC00Y2U2LWJkZmItN2FmM2QyNWZjZmRl

Tanque de oxígeno

De 682 L

Regulador corto, carrito y cánula

Tanque Cilindro de Oxigeno

Carro para transportarlo Fabricado en Acero Esmaltado, Altura Ajustable, Puño antiderrapante, Ruedas grandes y reforzadas.

Regulador corto, NO requiere de vaso, solo coloca la canula y listo. Cuerpo de aluminio ligero con componentes internos de latón, Salida de espiga para conectar cánula nasal,

Cánula de 1.2 m, libre de látex

Características

Longitud: 65 cm

Diámetro: 12 cm

Peso: 4 kg

Incluye: regulador corto, cánula nasal y carrito porta cilindro.

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$3,200

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

<https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-806980881-tanque-de-oxigeno-682-lts-regulador-corto-carrito-canula- JM#reco item pos=1&reco backend=machinalis-seller-items-pdp&reco backend type=low level&reco client=vip-seller items-above&reco id=c40c3188-15df-4663-8df3-699406443a5a>

Gabinete médico

Estructura fabricada de lámina negra calibre 24 esmaltada en pintura electrostática blanca.

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$2,698

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

<https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1438677180-gabinete-medico-hospitalario-consultorio-envio-gratis- JM#position=9&search layout=grid&type=item&tracking id=382efaa2-a9d8-4ff2-82b3-d88529003274>

Carro para emergencias

Carro de cuatro cajones para emergencias con porta suero.

Corredera

Cubierta y barandal de acero inoxidable tipo 430 calibre 22

Base para tanque de oxígeno

Barra porta suero doble

Tabla de madera para RCP

Portavenoclisis de tubo

Perilla para ajuste de altura

Porta cilindro cromado

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$6,199

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

<https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-923754645-carro-rojo-medico-para-emergencias-hospitalario-4-cajones- JM#position=4&search layout=grid&type=item&tracking id=957cbc50-311b-4249-a76c-e97891d086a6>

Guantes de nitrilo

1,000 piezas

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$800

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1370630655-guantes-de-nitrilo-libre-de-latex-sin-polvo-azul-negro-JM?searchVariation=174137570244#searchVariation=174137570244&position=34&search_layout=grid&type=item&tracking_id=4852be3a-484e-4bf1-9064-9b4cb82a42e8

Paquete de jeringas

De 5 mL

Estériles

Paquete de 100

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$298

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1499559220-100-feringas-de-plastico-5-ml-con-aguja-21x32-esteril-JM?searchVariation=175213532501#searchVariation=175213532501&position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=d496f229-02b4-4f83-a301-26f711400f31

Estetoscopio

Gris

Marca: 3M Littmann

Modelo: 5809

Tipo de estetoscopio: mecánico

Acabado de pieza torácica: cobre

Largo: 69 cm

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$3,599.92

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1377979162-estetoscopio-3m-littmann-classic-ill-5809-color-chocolate-JM?variation=174195171561#reco_item_pos=1&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=243d37e5-4047-4fd8-9af6-ddfbbf2e1ef5

Baumanómetro digital

Monitor de presión arterial digital de muñeca automático

Marca: Omron

Modelo HEM-6123

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$671

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://www.mercadolibre.com.mx/monitor-de-presion-arterial-digital-de-muneca-automatico-omron-hem-6123/p/MLM10648643?pdp_filters=category:MLM190865#searchVariation=MLM10648643&position=4&search_layout=grid&type=product&tracking_id=66723be3-a7f5-4fae-bdd1-18788c9c500c

Glucómetro digital

Marca: Accu Check

Tecnología Bluetooth

Pantalla LCD

Resultados en menos de 4 segundos

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$799

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1384541674-diabetes-glucometro-digital-accu-check-instant-kit- JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=dad0c32f-71db-4385-a85d-6b2bc4dad9f2

Caja con 200 lancetas

Marca: Accu Check

Punta esterilizada

Cubierta de silicón

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$299

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-803060245-lancetas-accu-check-softclix-caja-con-200-lancetas- JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=cf37a10e-5749-4ec9-ac19-cd24788daea4

Tira reactiva

Paquete con 100 piezas

Marca: Accu Check

Proveedor: Mercado Libre

Precio: \$568

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1462641324-tiras-reactivas-accu-chek-active-2-frascos-100-tiras-roche- JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=b9cda968-dc55-4385-83bf-1a7fda32444a

Termómetro digital

Marca: Omron

Con punta flexible

Proveedor: Mercado Libre

Precio \$179.89

Fecha de cotización: 14/octubre/2022

Link de compra:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-889895152-temometro-con-punta-flexible-digital-omron- JM#position=30&search_layout=grid&type=item&tracking_id=87404b31-db12-4c92-af0a-79b1e50f377d