

Universidad Nacional Autónoma de México



Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo

Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos:

El potencial energético, económico, ecológico y urbano
de los ex tiraderos y otros sitios residuales
en la Ciudad de México

Tesis para obtener el grado de Doctorado en Urbanismo

Presenta

Mtra. Arq. Elvira Schwanse

Tutor principal

**Dr. José Luis Fernández Zayas, Instituto de Ingeniería
UNAM**

Mexico, D.F. mayo de 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**Revitalización de terrenos contaminados
en espacios urbanos:**

El potencial energético, económico, ecológico y urbano
de los ex tiraderos y otros sitios residuales
en la Ciudad de México

Tesis para obtener el grado de Doctora en Urbanismo

Presenta

Mtra. Arq. Elvira Schwanse

Director de Tesis

**Dr. José Luis Fernández Zayas, Instituto de Ingeniería
UNAM**

**Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo
2014**

Director de Tesis

Dr. José Luis Fernández Zayas

Sinodales

Dr. Ulises Roberto Ruiz Saucedo

Dra. María Teresa Orta Ledesma

Dr. Héctor Francisco Castillo Berthier

Dra. Alicia Ziccardi Contigiani

Agradecimientos a:



Doctor Zayas que me motivó y respaldó desde el inicio hasta el fin.

RÄUME SCHAFFEN

RÄUME LASSEN

-

CREAR ESPACIOS

DEJAR ESPACIOS

A. INTRODUCCIÓN

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | RESUMEN EJECUTIVO | 16 |
| 2 | MARCO DE ESTUDIO | 21 |
| 2.1 | Problemática | 22 |
| 2.2 | Hipótesis, preguntas y objetivos | 25 |
| 2.3 | Definición del objeto de investigación: Sitios residuales | 26 |
| 2.4 | Normatividad para la clausura y el post-uso de disposiciones finales de RSU | 27 |
| 2.4.1 | ¿Qué se puede desarrollar sobre los tiraderos o de los rellenos sanitarios? | 27 |
| 2.4.2 | Rellenos sanitarios en los Planes de Desarrollo Urbano | 28 |
| 2.4.3 | NOM-083-SEMARNAT-2003: Norma para rellenos sanitarios y su clausura | 29 |
| 2.5 | Marco geográfico | 31 |

B. MARCO TEÓRICO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | METODOLOGÍA..... | 36 |
| 3.1 | Antecedentes | 36 |
| 3.2 | Metodología de Investigación..... | 37 |
| 3.2.1 | Marco teórico y antecedentes | 38 |
| 3.3 | Instrumentos de análisis | 39 |
| 3.3.1 | Indicadores y la Matriz de Índices..... | 39 |
| 3.3.2 | Indicadores cuantitativos y cualitativos | 41 |
| 3.4 | Estructura de trabajo | 41 |
| 4 | CONCEPTOS PARA EL DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE | 45 |
| 4.1 | Ciudades Verdes..... | 46 |
| 4.2 | Urbanismo verde..... | 48 |
| 4.3 | Ecosistemas urbanos..... | 49 |
| 4.4 | Huella ecológica | 50 |
| 4.5 | Derecho a la ciudad..... | 51 |
| 5 | CONCEPTOS PARA LA REVITALIZACIÓN..... | 53 |
| 5.1 | Definiciones para la Revitalización..... | 53 |
| 5.1.1 | Términos de Revitalización | 54 |
| 5.2 | Sitios industriales contaminados | 56 |
| 5.3 | Definición de terrenos baldíos | 57 |
| 5.4 | Tipificación de terrenos revitalizados | 58 |
| 5.5 | Conceptos para la revitalización | 59 |
| 5.5.1 | Ciclo de revitalización..... | 60 |
| 5.5.2 | Fases del proyecto..... | 62 |
| 5.6 | Aspectos transdisciplinarios en el desarrollo del proyecto de revitalización | 64 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO Y PROGRAMAS EN MÉXICO..... | 69 |
| 6.1 | Emisiones: captación y aprovechamiento energético en rellenos sanitarios | 70 |
| 6.2 | Captación de metano y su transformación en energía renovable | 71 |
| 6.3 | Protocolo de Kioto y Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)..... | 73 |
| 6.4 | Convenios y programas en México para la reducción de emisiones..... | 73 |

C. ANTECEDENTES

| | | |
|----------|---|------------|
| 7 | DISTRITO FEDERAL Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS | 79 |
| 7.1 | Historia de los residuos y su disposición final en la Ciudad de México | 80 |
| 7.1.1 | Manejo de la basura en Tenochtitlán | 80 |
| 7.1.2 | Periodo post-azteca hasta post-revolucionario (1521-1824) | 81 |
| 7.1.3 | República, revolución, modernización: 1824-1930 | 85 |
| 7.1.4 | Expansión urbana, industrialización, modernidad: 1930-2000 | 86 |
| 7.2 | Gestión actual y composición de los RSU (2006-2012) | 91 |
| 7.2.1 | El camino de los RSU en el Distrito Federal | 91 |
| 7.2.2 | Composición de los Residuos en el DF..... | 95 |
| 7.3 | Resumen: Problemas en la gestión de RSU de la Ciudad de México | 96 |
| 7.4 | Competencias y programas para RSU y su aprovechamiento energético | 98 |
| 7.4.1 | Competencias en torno al relleno sanitario Bordo Poniente | 98 |
| 7.4.2 | Dirección General de Servicios Urbanos y Secretaría de Obras y Servicios..... | 99 |
| 7.4.3 | Comisión para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Cd. de México | 100 |
| 7.4.4 | Programa del Gobierno del DF: Plan Verde –Tema 6: Residuos Sólidos | 101 |
| 7.5 | Proyectos de MDL para rellenos sanitarios en la ZMCM..... | 104 |
| 7.5.1 | Rellenos Sanitarios en la ZMCM que participan en el MDL..... | 104 |
| 8 | MEDIOAMBIENTE Y GESTIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO | 111 |
| 8.1 | Zona Metropolitana y Medioambiente | 112 |
| 8.1.1 | Ciudad en riesgo ambiental | 112 |
| 8.1.2 | Condiciones naturales en la cuenca del Valle de México | 113 |
| 8.1.3 | Impactos de la urbe sobre el medioambiente..... | 114 |
| 8.2 | Gestión de suelos en el Distrito Federal..... | 115 |
| 8.2.1 | Suelos de Conservación (SC) | 116 |
| 8.2.2 | Suelos Urbanos (SU)..... | 118 |
| 8.2.3 | Zonificación de Usos de Suelo..... | 119 |
| 8.3 | Áreas Verdes en la Ciudad de México | 122 |
| 8.3.1 | Distribución de Áreas Verdes en la Ciudad de México | 122 |
| 8.3.2 | Estrategias del Plan Verde para la protección de espacios naturales | 123 |
| 8.3.3 | Diferentes inventarios de Áreas Verdes para el DF | 124 |

D. CASOS DE ESTUDIO

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9 | TIRADEROS REUTILIZADOS EN EL DF..... | 135 |
| 9.1 | Disposición de RSU del DF: <i>Bordo Poniente</i> | 137 |
| 9.1.1 | Zona GAM..... | 138 |
| 9.1.2 | Cierre de Bordo Poniente y búsqueda de alternativas | 140 |
| 9.1.3 | Licitación para la clausura y situación actual (2012)..... | 142 |
| 9.1.4 | Futuro del Bordo Poniente y del Vaso de Texcoco | 144 |
| 9.2 | Nezahualcóyotl: Los tiraderos Neza I, II, III y Ciudad Jardín..... | 149 |
| 9.2.1 | Los tiraderos de Neza | 151 |
| 9.2.2 | Neza II y Neza III | 152 |
| 9.2.3 | Neza I – Ciudad Jardín | 153 |
| 9.2.4 | Saneamiento de Neza I..... | 156 |
| 9.3 | Iztapalapa: Santa Cruz Meyehualco – Parque Cuitláhuac..... | 157 |
| 9.3.1 | Uso de Suelo e infraestructura..... | 157 |
| 9.3.2 | Ex Tiradero Santa Cruz Meyehualco, ahora Parque Cuitláhuac..... | 160 |
| 9.3.3 | Clausura y saneamiento del tiradero Santa Cruz Meyehualco (1983)..... | 161 |
| 9.3.4 | Proyecto del Parque Cuitláhuac (2003)..... | 167 |
| 9.3.5 | Proyecto Parque Cuitláhuac – Parque del Pueblo (2010-2012)..... | 168 |
| 9.3.6 | Proyecto de Reforestación 2010 – 2012 | 170 |
| 9.3.7 | Conclusión | 171 |
| 9.4 | Santa Fe: Prados de la Montaña y Alameda Poniente | 173 |
| 9.4.1 | Desarrollo urbano de Santa Fe e historia de sus tiraderos | 173 |
| 9.4.2 | Programa parcial de desarrollo urbano para Santa Fe 2012..... | 175 |
| 9.4.3 | Alameda Poniente, ex tiradero Santa Fe..... | 176 |
| 9.5 | Relleno sanitario Prados de la Montaña | 178 |
| 9.6 | GAM: Alameda Oriente..... | 180 |
| 10 | SITIOS CONTAMINADOS Y REVITALIZADOS..... | 183 |
| 10.1 | Parque Fundidora – Nuevos valores para Monterrey..... | 184 |
| 10.2 | Parque Bicentenario – De refinería PEMEX al parque popular de Azcapotzalco..... | 186 |
| 10.2.1 | Costos, beneficios e impactos | 189 |

E. DESARROLLO DE INDICADORES Y ANALISIS

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11 | DESARROLLO DE ÍNDICES PARA LA REVITALIZACIÓN DE SITIOS RESIDUALES..... | 194 |
| 11.1 | Matriz de Índices..... | 194 |
| 11.2 | Índice energético-económico (Indicador 1)..... | 197 |
| 11.2.1 | Pasos para deducir el Índice energético-económico..... | 200 |
| 11.3 | Índice ecológico (Indicadores 2, 3 ,4)..... | 201 |
| 11.3.1 | Indicador 2: Emisiones de GEI | 201 |
| 11.3.2 | Indicador 3: Cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003..... | 201 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11.3.3 | Indicador 4: Aumento de Áreas Verdes | 203 |
| 11.4 | Índice Gestión y Valor de Suelo (Indicadores 5, 6, 7, 8) | 205 |
| 11.4.1 | Indicador 5: Cambios de uso de suelo del terreno residual aledaños | 205 |
| 11.4.2 | Indicador 6: Gentrificación..... | 207 |
| 11.4.3 | Indicadores 7 y 8: Plusvalor catastral y Plusvalor comercial..... | 208 |
| 11.5 | Índice ambiental-urbano (Indicadores 9, 10, 11) | 212 |
| 11.5.1 | Metodología de la evaluación..... | 212 |
| 11.5.2 | Categorías de las encuestas | 213 |
| 12 | ANÁLISIS Y EVALUACIÓN..... | 216 |
| 12.1 | Vista general de los 4 índices y 11 indicadores | 216 |
| 12.2 | Comparación con el Indicador energético-económico (Indicador 1) | 217 |
| 12.2.1 | Bordo Poniente | 217 |
| 12.2.2 | Prados de la Montaña | 222 |
| 12.3 | Comparación con el Índice ecológico (Indicadores 2, 3, 4) | 228 |
| 12.3.1 | Indicador 2: Emisiones de GEI..... | 228 |
| 12.3.2 | Indicador 5: Áreas Verdes | 240 |
| 12.4 | Comparación con el Índice Gestión y Valor de Suelo | 243 |
| 12.5 | Indicador 6: Cambio de usos de suelo residual y perimetral | 243 |
| 12.6 | Indicador 7: Fenómenos de Gentrificación | 244 |
| 12.7 | Indicadores 8 y 9: Valor económico del suelo y Plusvalor..... | 245 |
| 12.7.1 | Valor catastral de suelos – Análisis en Iztapalapa y Azcapotzalco..... | 246 |
| 12.7.2 | Valor comercial de suelos - Análisis en Azcapotzalco, Iztapalapa y Santa Fe | 250 |
| 12.7.3 | Valor económico del suelo y Plusvalor para Azcapotzalco | 252 |
| 12.7.4 | Valor económico del suelo y Plusvalor para Iztapalapa..... | 255 |
| 12.7.5 | Valor económico del suelo y Plusvalor para Santa Fe..... | 258 |
| 12.7.6 | Plusvalor para Nezahualcóyotl..... | 262 |
| 12.8 | Comparación con el Índice ambiental-urbano | 263 |
| 12.8.1 | Resultado Parque Bicentenario, Azcapotzalco | 263 |
| 12.8.2 | Resultado Parque Cuitláhuac, Iztapalapa | 266 |
| 12.8.3 | Resultado Parque Deportivo Ciudad Jardín, Nezahualcóyotl | 269 |
| 12.8.4 | Resultado Parque Alameda Poniente, Santa Fe..... | 272 |
| 12.8.5 | Resúmenes del Índice ambiental–urbano | 275 |

F. RESÚMENES, PROPUESTAS Y CONCLUSIONES

| | | |
|-----------|--|------------|
| 13 | RESÚMENES DE LA COMPARACIÓN DE SITIOS REVITALIZADOS..... | 278 |
| 13.1 | Resumen Índice energético-económico | 278 |
| 13.2 | Resumen Índice ecológico | 281 |
| 13.3 | Resumen Índice gestión y valor del suelo (Indicadores 5, 6, 7, 8)..... | 285 |
| 13.4 | Resumen Índice ambiental-urbano (Indicadores 9, 10, 11) | 290 |
| 13.5 | Resumen general sobre los índices | 294 |
| 14 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 295 |
| 14.1 | Potencial de revitalización de sitios residuales en la ZMVM..... | 295 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| 14.2 | Observaciones..... | 299 |
| 14.3 | Recomendaciones para políticas públicas | 302 |
| 15 | PROPUESTA DE REVITALIZACIÓN PARA LOS SITIOS RESIDUALES DE SANTA FE | 304 |
| 15.1 | Propuesta para Santa Fe y sus sitios residuales..... | 304 |
| 15.1.1 | Situación en Santa Fe | 304 |
| 15.1.2 | Resumen de los sitios residuales y revitalizados de Santa Fe | 308 |
| 15.1.3 | Propuestas para Santa Fe..... | 312 |
| | | |
| G. ANEXO | | |
| <hr/> | | |
| 16 | NORMATIVIDAD..... | 319 |
| 16.1 | Marco normativo para el manejo de residuos y sus disposiciones finales..... | 319 |
| 16.1.1 | NOM-083-SEMARNAT-2003: Norma para rellenos sanitarios y su clausura: | 319 |
| 16.1.2 | Competencias y leyes en el DF para la gestión de los RSU..... | 324 |
| 16.2 | Marco normativo para usos de suelos y áreas verdes en el DF..... | 326 |
| 16.2.1 | Programa General de Ordenamiento Ecológico (PGOEDF)..... | 326 |
| 16.2.2 | Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (LDUDF)..... | 327 |
| 16.2.3 | Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF) | 328 |
| 16.2.4 | Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal | 329 |
| 16.2.5 | Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU)..... | 331 |
| 16.2.6 | Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) | 332 |
| 16.3 | Marco normativo para energías renovables en México | 333 |
| 17 | MONITOREO DE 3 SITIOS DE RSU EN EL DF..... | 337 |
| 17.1 | Ficha técnica Prados de la Montaña, Santa Fe | 337 |
| 17.2 | Ficha técnica Alameda Poniente, Santa Fe | 342 |
| 17.3 | Situación actual sitio de disposición final clausurado Santa Cruz Meyehaulco..... | 346 |
| 18 | PLANES DE DESARROLLO URBANO..... | 351 |
| 18.1 | Nomenclatura para AV en los Planes de Desarrollo | 367 |
| 19 | ENCUESTA A LOS USUARIOS DE LOS PARQUES PARA EL ÍNDICE SOCIAL URBANO | 369 |
| 19.1 | Patrón de la encuesta | 369 |
| 20 | REFERENCIAS..... | 373 |
| 20.1 | Bibliografía | 373 |
| 20.2 | Leyes, normas y decretos oficiales..... | 377 |
| 20.3 | Programas, manuales, convenios | 378 |
| 20.4 | Referencias internas | 381 |
| 20.4.1 | Índice de fotografías..... | 381 |
| 20.4.2 | Índice de figuras | 382 |
| 20.4.3 | Índice de tablas..... | 384 |

INTRODUCCIÓN

1 Resumen ejecutivo

El estudio *Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos: El potencial energético, económico, ecológico y urbano de los ex tiraderos y otros sitios residuales en la Ciudad de México* se elabora con base en estudios de campo, entrevistas, recopilación de datos e información de distintas fuentes, y con el desarrollo de indicadores propios durante los años 2009-2013.

En el presente trabajo se investiga el aprovechamiento de los sitios residuales —sitios contaminados por la acumulación de desechos o por el anterior uso industrial— en la fase de post-uso. Se analizan los grandes sitios residuales en la Ciudad de México, en particular, los ex tiraderos y rellenos sanitarios clausurados. Por su estrecha relación con el tema de *reciclamiento de terrenos contaminados en el ciclo de uso de suelos urbanos*, se incluyen en el estudio sitios industriales contaminados. Durante el estudio se comprueba que las experiencias de los dos ejemplos destacados de revitalizaciones de sitios industriales en México (ex refinería de PEMEX y Parque Fundidora en Monterrey) se pueden aplicar a ex tiraderos y rellenos clausurados, y viceversa.

El marco teórico de la investigación es amplio e interdisciplinario, dado el interés en investigar todos los potenciales que puedan representar los terrenos baldíos distintos a su uso como disposición final de residuos sólidos urbanos o fuera del uso industrial. Para cada potencial se desarrolla un indicador que permite medir los impactos negativos y positivos del sitio residual y de su revitalización. Como resultado se genera la Matriz de Índices que comprende un *Índice energético-económico*, un *Índice Ecológico*, un *Índice de Gestión y Valor de Suelo* y un *Índice Ambiental-Urbano*.

La Matriz de Índices se aplica en la investigación a seis sitios residuales: al relleno sanitario clausurado de la Ciudad de México, Bordo Poniente (1); al ex tiradero Santa Cruz Meyehualco en Iztapalapa, hoy día el parque popular Cuitláhuac (2); al ex tiradero Neza I, hoy día Ciudad Jardín en Nezahualcóyotl (3); al ex tiradero de Santa Fe, hoy día la Alameda Poniente (4); al relleno sanitario Prados de la Montaña (5), también ubicado en Santa Fe; y a la ex refinería PEMEX, hoy día Parque Bicentenario Azcapotzalco (6), sitio de anterior uso industrial. La Matriz de Índices es un instrumento que permite comparar las condiciones iniciales de diferentes sitios y proyectos, sus posibles beneficios y los impactos del proyecto de revitalización al entorno urbano y al medioambiente. Se ofrece implementarlo a otros sitios residuales en zonas metropolitanas en países en desarrollo.

El estudio permite distinguir que el post-uso más común de los sitios residuales como áreas verdes y parques públicos contribuye al mejoramiento ecológico y urbano. Sin embargo, la contaminación del subsuelo y de las aguas subterráneas, así como la explosividad por gases emitentes representan riesgos para la salud pública y por lo tanto impiden ciertos post-usos. Aunque los posibles post-usos para cada sitio residual son regulados por normas, monitoreos constantes y planes de desarrollo, se encontraron post-usos inadecuados en cuanto al grado de contaminación, remediación y al marco normativo.

Se recomienda restringir la interpretabilidad del marco normativo y definir de manera más precisa, tanto medidas como responsabilidades para la remediación del suelo residual y su futuro uso; específicamente, para la caracterización de usos de suelo como áreas verdes.

Debido a la falta de asignación de responsabilidades y de recursos públicos, se observa un deterioro de los parques públicos y áreas verdes con el paso del tiempo, así como un proceso

de invasión inmobiliaria sobre ex tiraderos. Esto, a pesar de que en su momento, se presentaron como proyectos emblemáticos del Gobierno o de la iniciativa privada con el fin de transformar pasivos ambientales en activos ambientales y económicos; proyectos con beneficios comunes y también con recursos comunes.

Por otra parte, se observa que el *Índice ambiental* podría ampliarse a más indicadores. Además de la evaluación del riesgo del sitio residual al medioambiente y al ser humano como impacto negativo y el aumento de áreas verdes como impacto positivo, se requeriría una investigación con un equipo propio de monitoreo y un laboratorio químico-ambiental. Con el fin de inventariar de manera equitativa las áreas verdes en las diferentes zona urbanas para estudiar fauna y flora, contaminación del subsuelo y mantos acuíferos, así como para conocer impactos más precisos de las áreas verdes al ambiente, como cambios de temperatura y microclima, sombreadamiento, humedad, hasta beneficios para la salud mental.

La contaminación atmosférica emitida por medio de los residuos (proveniente de los gases de efecto invernadero que emiten los desechos orgánicos en su descomposición) se refleja en el *Indicador ecológico* de forma negativa o positiva, así como en el *Indicador energético-económico*. Se distingue que la transformación de los gases emitidos por los rellenos sanitarios en energía alterna (en el caso del estudio en electricidad) y su correspondiente participación en proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con la venta de Bonos de Carbono, resulta en ingresos interesantes para grandes rellenos sanitarios que permiten cofinanciar la revitalización del terreno.

Se perdieron los años aprovechables de las emisiones en Prados de la Montaña, mientras que en Bordo Poniente se han olvidado (por tanto calcular y concesionar las emisiones y su aprovechamiento energético) del otro potencial ambiental que implica el sitio de disposición final de la capital y su ubicación al lado de un área natural protegida: el ajardinamiento de las 1,000 hectáreas residuales en total, y con ello, el aumento de las áreas verdes en la Ciudad de México de 15.1 m² por habitante a 16.4 m² por habitante. Los proyectos “Ciudad Futura” (Kalach, 2010) o “Parque Ecológico – Lago de Texcoco” (Echeverría, 2012) muestran otros conceptos e ideas para el terreno del ex Lago de Texcoco que alberga el sitio residual para todos los residuos sólidos y líquidos del DF. El terreno comprende también el potencial de crear un parque metropolitano, el más grande del mundo, y de restaurar el antiguo ecosistema de la capital azteca, que permita promover una metrópolis sustentable que armonice y conviva con el elemento agua.

Respecto al aspecto económico, se investigó en el *Índice Gestión y Plusvalor de Suelos* el mejoramiento del entorno urbano que conlleva la revitalización de un terreno contaminado, con el que se puede calcular el aumento de la plusvalía de suelo e inmuebles de uso habitacional y comercial que se encuentran alrededor de los nuevos parques. Por ejemplo, en el caso de un cambio de uso de suelo y la asignación de uso comercial a los terrenos de los ex tiraderos como en Nezahualcóyotl y la intención en Prados de la Montaña/Santa Fe, se logró aumentar el precio de suelo residual hasta en un 300 %. En ambos casos, el mejoramiento del entorno urbano no era la intención del proyecto de revitalización, como se demuestra también con el *Indicador de Gentrificación*, que reporta cambios de uso de suelo y de usuarios en la zona vecina del proyecto de revitalización.

Elvira Schwanse

En el municipio de Nezahualcóyotl sobre el Bordo Xochiaca, las condiciones del entorno urbano todavía representan grandes retos, pues se observa poca interrelación entre el desarrollo urbano originario, por un lado, y el nuevo proyecto de Ciudad Jardín, por el otro. Los tiraderos del Bordo Xochiaca están peor que antes. Sin embargo, como resultado de la revitalización de un ex tiradero (de cuatro en total), el municipio tiene uno de los centros comerciales más grandes de la zona metropolitana, el cual generó su propia plusvalía e incrementó en gran medida el valor adquisitivo. Sin embargo, como se advierte en los parques populares creados en Azcapotzalco e Iztapalapa, se demuestra que con una idea de revitalización que incluya una renovación urbana se generan beneficios en términos económicos y socio-urbanos en el entorno urbano, a pesar de los impactos ambientales y sociales negativos que tenían previamente en su entorno.

Es importante considerar que el impacto positivo de un área verde o parque en su entorno es un proceso paulatino que se debe vislumbrar y establecer en el largo plazo, en contraste con un beneficio directo, por ejemplo, una nueva línea de metro, o con un beneficio fugaz y de intereses privados como la comercialización y privatización de un terreno público.

En el caso de que el Parque Popular Cuitláhuac, en Iztapalapa, si este continúa deteriorándose por la falta de mantenimiento, seguirán bajando los valores del suelo por haber un impacto negativo de inseguridad y marginación de las 148 hectáreas del “baldío” a la zona habitacional y comercial en los alrededores.

El cuarto *Índice ambiental-urbano* reporta la calidad y la funcionalidad de las áreas verdes, evaluada por los propios usuarios y con la opinión de expertos. Se nota una gran aceptación de nuevas áreas verdes, de cualquier tipo o calidad, en zonas densamente pobladas de la ZMCM y en zonas con falta de espacios verdes y recreativos. Sin embargo, las áreas verdes pierden rápidamente su calidad, seguridad, arborización y vegetación, y con ello decrecen tanto su posibilidad de uso como su valor si no existen suficientes recursos asignados para el mantenimiento del nuevo sitio. Este fenómeno se nota en los campos deportivos de Ciudad Jardín, la Alameda en Santa Fe y también en el recientemente renovado Parque Cuitláhuac en Iztapalapa.

Realizar acciones en torno a un sólido equipamiento, espacios diferenciados con zonas arboladas, vigilancia y un buen mantenimiento a largo plazo permite y garantiza sostenibilidad para el sitio revitalizado, mejoramiento del entorno urbano, generación de plusvalía, identificación (y hasta orgullo) de la población con el proyecto y, de esta forma, cuidado y protección de las nuevas áreas verdes por parte de la misma población.

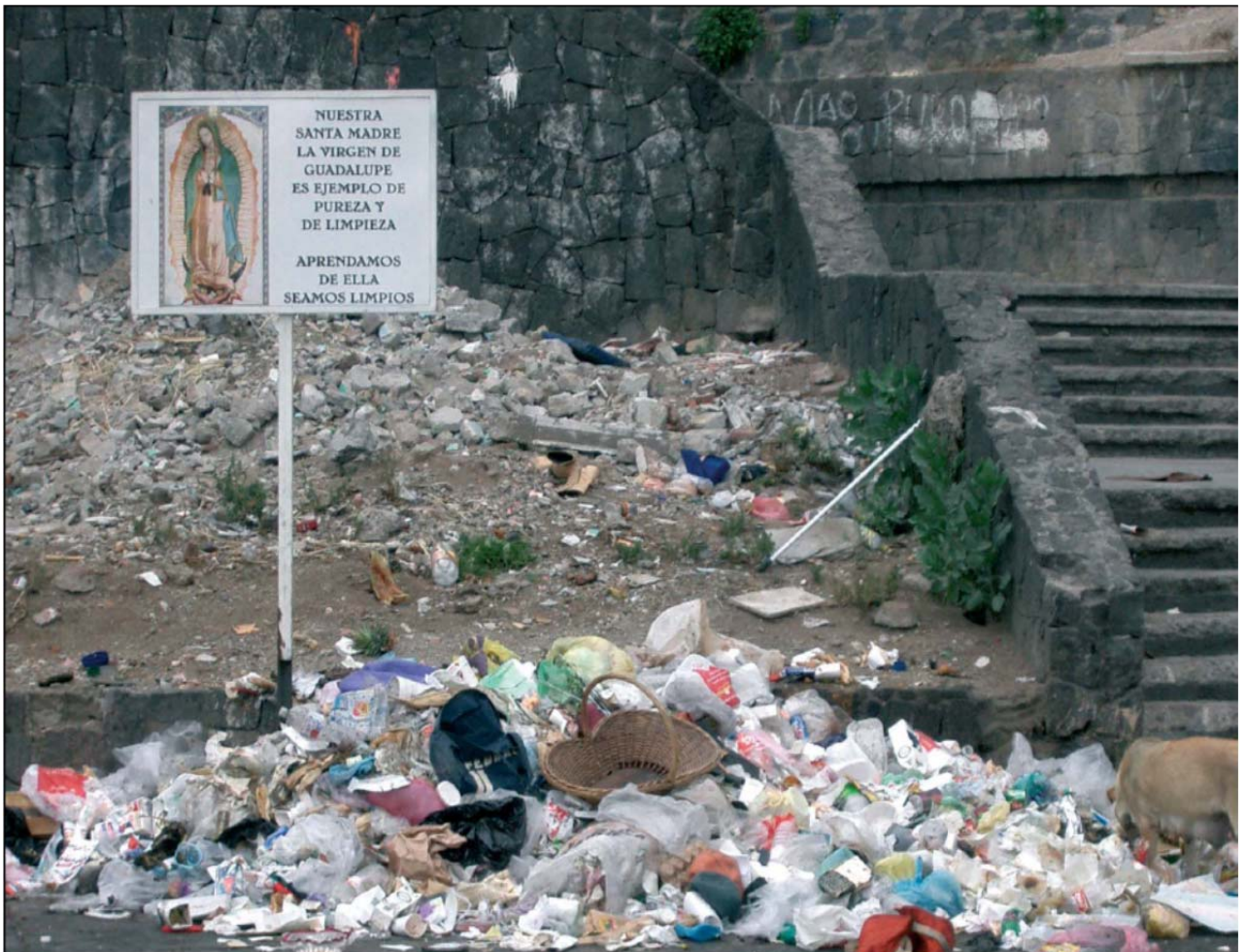
No se genera una contradicción entre el uso económico, energético y ecológico de los sitios residuales, se pueden crear de forma viable y sostenible espacios de bienestar común y activos ecológicos. Esto siempre y cuanto haya voluntad política, se designen los actores responsables —presentes y futuros— para la restauración del suelo contaminado y se busquen modelos de financiamiento entre el sector público y privado.

Es de capital importancia que se acabe con la política de especulación y de retención de suelos urbanos que beneficia al mercado privado en lugar de a la población en general, y que se aplique en todo el campo de impactos ambientales el principio “quien contamina paga”.

Elvira Schwanse

2 Marco de estudio

Fotografía 1: Sitios residuales en nivel micro en la Ciudad de México



Fuente: Astrid Erhard-Perez Castro, "La Ciudad en la Basura"

El estudio "Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos: El potencial energético, económico, ecológico y urbano de los ex tiraderos y otros sitios residuales en la Ciudad de México" examina el potencial de revitalización de sitios de disposición final de RSU en términos urbanos, medioambientales y energéticos. El tema está ligado con la remediación de áreas contaminadas y la restauración de ecosistemas urbanos, el aprovechamiento de biogás, el uso de suelo urbano, e l impacto al espacio vital de los vecinos y al bienestar común de los ciudadanos.

2.1 Problemática

Las metrópolis de países en vías de desarrollo como la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) enfrentan procesos intensos e irregulares de urbanización, así como un aumento en la industrialización y el consumo, lo que implica la contaminación del ambiente y un incremento continuo en la generación de desechos urbanos. Las zonas habitacionales de bajo nivel socioeconómico y las periferias carecen de infraestructura urbana o disponen de servicios públicos deficientes. Las zonas verdes disminuyen drásticamente por la invasión de asentamientos irregulares y los espacios públicos se enfrentan a procesos de privatización, ya sea por parte del sector informal o por parte de inversionistas para uso comercial.

Fotografía 2: Entrega de residuos domésticos en el Tiradero Neza III, Nezahualcóyotl



Fuente: Elvira Schwanse

La basura en forma de residuos sólidos urbanos (RSU) es uno de los grandes retos para las metrópolis de los países en desarrollo en términos del manejo de su infraestructura, diseño urbano y servicios públicos. Desde “la cuna hasta la tumba”, a las urbes les falta una gestión adecuada en todo el ciclo de vida de los desechos de sus habitantes, comercios e industria.

El problema principal en la gestión de los desechos en la Ciudad de México es la deficiencia en términos administrativos, operativos, sociales y ambientales lo que obstaculiza el desarrollo de un sistema más eficiente y eficaz, con más beneficios comunes que permita el aprovechamiento de los recursos energéticos y disminuya el efecto contaminante.

Por otra parte, los sitios de disposición final de RSU generan diversos impactos negativos en términos urbanos, esto desde su fase de operación hasta después de la clausura:

- Acumulación de residuos y sustancias nocivas y peligrosas en medio de las urbes.
- Degradación del suelo, sedimentación, escurrimiento de lixiviados (líquido resultante del proceso de la descomposición de la materia orgánica).
- Contaminación del subsuelo y de los mantos acuíferos.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.
- Malos olores y desechos volátiles en el entorno de los sitios residuales.
- Riesgo para la salud y el bienestar de los vecinos.
- Aumento del tráfico pesado en el entorno de los sitios por los camiones y doble remolques que entregan los residuos, además las calles se ensucian y contaminan.
- Asentamiento del sector informal con centros de acopio, así como micro y pequeñas empresas que no manejan adecuadamente los desechos ni los materiales peligrosos y reciclables que ensucian o contaminan su entorno.

- Vulnerabilidad: Los sitios y su forma de trabajo se devalúan (nivel espacial) y generan marginación (nivel social).
- Subutilización de grandes terrenos, riesgo de marginalización, vandalismo y crimen.
- Devaluación de terrenos y de sus entornos urbanos.

Los sitios de disposición final de RSU no solamente son un problema de terrenos contaminados que requieren remediación, sino también un problema de subutilización y devaluación de grandes terrenos baldíos en forma de pasivos ambientales en las ciudades, mismos que podrían ser aprovechados para mejores usos que contribuyan al mejoramiento del entorno urbano y a la calidad de vida de toda la ciudad.

Según su grado de contaminación y su ubicación, ocurren diferentes fenómenos con los pasivos ambientales y ex tiraderos en la Ciudad de México:

- a) En zonas populares de alto crecimiento poblacional se invaden terrenos baldíos y vulnerables (en términos de su contaminación) con asentamientos irregulares; por ejemplo, el terreno de Vaso de Texcoco. Sitios ya remediados en forma de áreas libres y verdes se ocupan, primero con construcciones temporales que después se transforman en construcciones fijas.
- b) Los terrenos se sanean y sirven como zonas verdes para la ciudadanía, como en el caso del Parque Cuitláhuac en Iztapalapa, de esta forma se mejora el entorno urbano de forma directa e indirecta en términos ecológicos, económicos y sociales. En el caso de que no haya un uso constante y/o atención cívica para estas zonas públicas, se invaden y se ocupan como en el caso a).
- c) Los terrenos contaminados pierden su valor catastral, mercantil, ambiental y social, por cuya causa se ausenta cualquier tipo de actividad formal y/o continua; un ejemplo es la Alameda Poniente con 60 hectáreas que están abandonadas o sirven como estacionamiento para Santa Fe.
- d) En las zonas de alto valor predial se enfrentan terrenos vacíos o baldíos ante la especulación inmobiliaria que genera conflicto con intereses y beneficios comunes, como en el caso de Prados de la Montaña en Santa Fe.

Sobre los sitios ya clausurados —como Neza I (Nezahualcóyotl) y Prados de la Montaña (Santa Fe) o Bordo Poniente (Vaso de Texcoco)— se generaron discusiones sobre múltiples aspectos, como su ubicación, su administración, su grado de contaminación, así como en torno a intereses políticos e inmobiliarios, lo que ocasiona que se manejen de diferentes formas.

En el caso de los terrenos ubicados en el Vaso de Texcoco, que administra CONAGUA, los terrenos se excluyen de uso alguno para proteger el medioambiente ante la invasión humana. En los tiraderos colindados en Nezahualcóyotl se transformó el terreno estatal (Neza I), mediante inversión privada, en campos deportivos con un gran centro comercial, denominado “Ciudad Jardín”.

Los tiraderos clausurados en los años 80 en diferentes zonas de la Ciudad de México con un total de 300 hectáreas se sanearon y re-naturalizaron, algunos sirven como parques y zonas verdes para la ciudadanía mientras otras se abandonaron e invadieron.

Elvira Schwanse

La discusión más reciente para un post-uso de los rellenos sanitarios metropolitanos es el aprovechamiento energético por medio de la captación de gases como se discute para Prados de la Montaña y Bordo Poniente.

El post-uso es la fase posterior a haber terminado los RSU su ciclo de vida. El ciclo de vida de los RSU consiste en su producción, distribución, consumo, post-consumo, recolección, separación y tratamiento para finalmente reciclar los RSU (reciclaje mecánico, químico y energético) o enterrarlos en una disposición final donde reposarán los próximos siglos; en la última fase de la disposición final se pueden aprovechar todavía los gases. Su captación contribuye a la reducción de los GEI, su transformación genera energía renovable en forma de biogás, así que pueden participar en programas de Mecanismos de Desarrollo Limpio¹ (MDL) para ofrecer Bonos de Carbono en el mercado internacional.

Por parte de las autoridades correspondientes para los rellenos sanitarios de la Ciudad de México (Delegaciones, Secretaría de Medio Ambiente, PAOT, CONAGUA, SEMARNAT, SEDESOL) no existe una planeación sobre la forma de aprovechar en el futuro estos sitios de forma comunitaria y sostenible.

Fotografía 3: Tiradero Santa Cruz Meyehualco en los años 80



Fuente: Foto de archivo DGSU

La norma NOM-083-SEMARNAT-2003 es la que define los requisitos y condiciones geográfico-ambientales y técnico-físicas para la instalación, la operación, el saneamiento y la clausura, incluso, el monitoreo ambiental de sitios de disposición final. El monitoreo asegura que no haya impactos ambientales significativos e incluye la emigración de biogás y la calidad de agua subterránea. La ciudadanía aún no está consciente del gran potencial de los que hoy día se consideran todavía como terrenos baldíos y contaminantes, pero que en un futuro próximo podrían revitalizarse y presentar un gran beneficio para su espacio vital y su calidad de vida.

Esta investigación está dedicada a la posible revitalización de sitios residuales, principalmente en forma de disposición finales de residuos sólidos urbanos, después de haber terminado la vida útil, en su fase de post-uso como sitios clausurados.

La clausura se entiende como la suspensión definitiva del depósito de residuos sólidos por el agotamiento de su vida útil, a sus efectos de contaminación al ambiente o bien a las molestias y daños a la salud pública. “El uso final puede darse a un sitio clausurado es como área verde o instalaciones deportivas, nunca para edificaciones de casas habitacionales, escuelas, edificios, etc.” (Gobierno de Edomex, 2003: 59)

¹ El Mecanismo de Desarrollo Limpio es un procedimiento contemplado en el Protocolo de Kioto en donde países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones aplicables a cumplir con su compromiso de reducción propio (GIECC, 2001: 79)

El trabajo analiza sitios residuales en forma de áreas contaminados, sea por la industria o por desechos urbanos, en la Ciudad de México respecto a su contribución al espacio vital y a la creación de activos económicos y ecológicos.

2.2 Hipótesis, preguntas y objetivos

Hipótesis

En la Ciudad de México se carece de propuestas sostenibles y viables sobre cómo aprovechar los sitios residuales —estos incluyen sitios industriales contaminados y sitios de desechos clausurados y abandonados— en su fase de post-uso. Dichos terrenos corren el riesgo de quedar abandonados como terrenos baldíos caracterizados por contaminación y devaluación o por causa de la especulación inmobiliaria y la privatización, de perder su potencial de revitalizarse a largo plazo para dar lugar a un espacio aprovechable de bien común.

Con la aplicación de indicadores adecuados es posible presentar los aspectos y resultados negativos y positivos de diferentes sitios revitalizados. Mediante un análisis de los grandes sitios residuales metropolitanos se pueden deducir tanto ideas como criterios que apoyen la transformación de pasivos ambientales en activos ecológicos.

Preguntas

Pregunta principal

¿Qué posibilidades existen para la revitalización de sitios residuales en la Ciudad de México para crear de forma viable y sostenible espacios de bien común y activos ecológicos?

Preguntas periféricas

¿Mediante qué valores o indicadores se puede determinar la calidad y el logro de los sitios revitalizados? ¿Cómo se pueden comparar los diferentes sitios o proyectos?

¿Cómo pueden prevenir instrumentos políticos, económicos y de planeación, la privatización y especulación de sitios residuales en forma de terrenos baldíos? ¿Cómo pueden apoyar a la creación, la protección y el mantenimiento de ecosistemas urbanos a largo plazo?

¿Existen planes en la Ciudad de México para el aprovechamiento y post-uso de los sitios residuales clausurados, por clausurar y por construir en el futuro?

Objetivos

Objetivo central

Analizar el potencial energético, económico, ecológico y urbano de los grandes sitios residuales clausurados en la Ciudad de México con el fin de elaborar criterios para revitalizar un pasivo ambiental y transformarlo en un activo ambiental, mejorar así la calidad de vida metropolitana en calidad de un bien común.

Objetivos particulares

- Estudiar la historia de la basura en la Ciudad de México para descubrir los problemas básicos y continuos en el manejo de residuos y sus sitios.
- Analizar la situación y el potencial de áreas verdes en la ZMCM y las amenazas para ellos.
- Recopilar el marco normativo y los conceptos para la revitalización de sitios industriales contaminados y rellenos sanitarios.
- Estudiar ejemplos existentes de revitalizaciones de sitios residuales (disposiciones finales de RSU en el DF y sitios industriales contaminados en México).
- Definir la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), el posible aprovechamiento energético y el beneficio económico de rellenos sanitarios aprovechables energéticamente en la Ciudad de México.
- Desarrollar criterios e índices para definir y comparar la calidad y el logro de sitios revitalizados en la Ciudad de México.
- Elaborar una propuesta individual para los sitios residuales en Santa Fe / Ciudad de México.

2.3 Definición del objeto de investigación: Sitios residuales

Ex tiraderos, sitios clausurados de disposición final de residuos sólidos urbanos, superficies contaminados, sitios contaminados, terrenos industriales abandonados, ex zonas militares y viales, terrenos baldíos, sitios residuales.

Desde el objeto original de investigación, los sitios clausurados de disposición final de residuos sólidos urbanos, coloquialmente denominados ex tiraderos, se amplió la investigación a la revitalización de sitios industriales contaminados, como el parque Fundidora en Monterrey y la ex refinería de PEMEX en el DF.

Ambos tipos de sitios se pueden definir como sitios contaminados según la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos², en los que no se diferencia el grado o tipo de contaminación. La contaminación puede ser causada por una emergencia ambiental o una infiltración a largo plazo por medio de residuos sólidos o líquidos al subsuelo y los mantos acuíferos. La contaminación se da principalmente por medio de residuos peligrosos como sustancias tóxicas, radiactivas, infecciosas, metales pesados, etc. La contaminación con el impacto más dañino se da por las sustancias y los residuos de procesos de exploración y transformación de las industrias extractivas, metalúrgicas y químicas. No obstante, existen sustancias tóxicas, nocivas y contaminantes también en la fracción de residuos de manejo especial (RME) y en residuos sólidos urbanos (RSU), pertinentes de actividades comerciales y de servicios, así como de fuentes domésticas.

De estos sitios contaminados son de interés para este estudio aquellos que ya están clausurados. Para el análisis se investigan los sitios contaminados ya remediados o

² LGPGIR, Art. 5, Fracc. 40: Se define un sitio contaminado como: "Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, para los organismos vivos y para el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas."

revitalizados, en su mayoría ex tiraderos, el resto antiguas zonas industriales. Los sitios contaminados se ubican principalmente en aglomeraciones urbanas, la investigación se enfoca a la Ciudad de México (véase próximo capítulo “Marco geográfico”).

Una característica de los sitios contaminados es que requieren de una remediación o revitalización para poder tener nuevos post-usos, pues si no se asume su problemática, se abandonan, se dedican a usos provisionales y quedan como áreas baldías con un impacto negativo al ambiente y a la salud pública. En zonas con alto crecimiento demográfico y urbano como en las metrópolis de países en desarrollo las áreas baldías corren el riesgo de ser invadidas por procesos informales o formales de urbanización a costa del bienestar y de la calidad de vida de los ciudadanos.

Por estas razones surgió hace dos décadas, con el abandono de zonas industriales y sitios contaminados en diferentes partes del mundo, un debate internacional sobre los denominados “terrenos baldíos” (*brownfields*), con anteriores típicos usos industriales, militares o vías públicas, por ejemplo terrenos de ferrocarriles y marítimos. En el capítulo 5 “Conceptos para la Revitalización” se detallan algunos aspectos sobre este debate y sobre procesos de revitalización.

La tesis se dedica a los rellenos sanitarios clausurados en su fase de post-uso, también examina sitios industriales contaminados y revitalizados. Se aspira a que los ejemplos presentados, los casos examinados y las conclusiones finales se puedan considerar hasta aplicar también para otras áreas urbanas abandonadas que presentan terrenos baldíos. Para abrir la discusión e integrar también otros sitios o proyectos de revitalización con características similares se define para este grupo de objetos de investigación el término de *sitios residuales*.

Con el nuevo término *sitios residuales* se incluye cualquier sitio o zona que este contaminado por residuos, desechos o sustancias contaminantes, también permite ser ampliado a sitios de residuos líquidos con aguas residuales. Al mismo tiempo el término transmite que se trata de terrenos despreciados, una herencia onerosa y el espacio negro de actividades productivas y de una sociedad de despilfarro. El objetivo del trabajo es analizar casos existentes y discutir nuevos conceptos, cómo se pueden reintegrar estos sitios residuales al ciclo de gestión de los suelos urbanos. Por medio de procesos de remediación, reciclaje y revitalización existe la oportunidad de transformar estos sitios residuales y convertir su impacto negativo en un espacio vital para de este modo transformar pasivos ambientales en activos económicos y ecológicos.

2.4 Normatividad para la clausura y el post-uso de disposiciones finales de RSU

2.4.1 ¿Qué se puede desarrollar sobre los tiraderos o de los rellenos sanitarios?

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define las responsabilidades para la gestión de los residuos en los tres niveles del Gobierno (federación, estado, municipio). Aunque los servicios de manejo de RSU se pueden concesionar a terceros (personas físicas y morales), la responsabilidad de vigilar y cumplir con las normas y reglamentos locales y federales recae en el municipio, delegación o entidad federativa, no en el concesionario. (Congreso de la Unión, 2013)

Para el manejo de los RSU y sus sitios aplican en la Ciudad de México las siguientes leyes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 22 de diciembre de 1987. (Congreso de la Unión, 2013c)
- NOM-083-SEMARNAT-2003, 19 de diciembre de 2004. (SEMARNAT, 2004b)
- Ley de Aguas Nacionales, 1 de diciembre de 1992. (Congreso de la Unión, 2013a)
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, 22 de abril de 2003. (GDF, 2003)

2.4.2 Rellenos sanitarios en los Planes de Desarrollo Urbano

De cada delegación o zona de la Ciudad de México se determina en los Planes de Desarrollo Urbano (PDDU) o los Planes Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) el uso del suelo y la disposición de infraestructura urbana; la mayoría de los sitios de disposición final de residuos (sólidos y líquidos) están caracterizados como suelo de tipo “infraestructura urbana”, no obstante, el Plan de Desarrollo Urbano no proporciona una única tipificación para las áreas de disposición de desechos en su fase de uso o para después, en su fase de post-uso. El Plan de Desarrollo puede cambiar el área residual caracterizada como “infraestructura urbana” en “espacio abierto”, “área verde” o “rescate ecológico”, según los planes del gobierno competente para el post-uso de estas áreas. No se requieren estudios de impacto ambiental o el cumplimiento de estándares higiénicos o ambientales en los planes de desarrollo para cambiar en ellos el uso de suelo de uso residual a otros usos, que implican acceso al público, como por ejemplo la construcción de áreas verdes.

Varios ejemplos en la Ciudad de México demuestran que fácilmente se puede cambiar el uso de suelo en cuanto existe interés político y/o económico de dar al terreno otro uso más comercial o individualizado. Esta situación ocurrió en el ex tiradero Neza I, en el que se construyeron áreas deportivas con edificios, o en el ex tiradero de Santa Fe en el que en la fase de construcción de un nuevo centro comercial se hallaron residuos peligrosos en el subsuelo, que fueron removidos para poder continuar con la obra.

Aunque en la Norma 083 se define que para los rellenos sanitarios el organismo de Unidades de Verificación será el encargado de monitorear continuamente el sitio después de su clausura, en el Distrito Federal las Brigadas de Monitoreo del GDF se encargan de dicha tarea y recomiendan en sus reportes técnicos si las disposiciones finales clausuradas se pueden abrir al público o si representan un peligro para la salud pública por explosividad, movimiento del suelo y grietas y emisiones de gases en los terrenos residuales (véase Cap.16 “Monitoreo de 3 sitios de RSU en el DF”). Pero como muestra el caso del ex tiradero en Santa Fe, se pueden ignorar las recomendaciones³ y vender los terrenos residuales cuando existen intereses comerciales mayores.

³ Véase anexo: La ficha técnica de la Alameda Poniente de febrero 2013 menciona como resumen en PROBLEMÁTICAS DEL SITIO: “Cabe aclarar que el sitio a pesar de haber sido clausurado aproximadamente en 1987, continúa generando biogás”, también se mencionan emisiones de biogás en la zona central del sitio, así como migración hacia la periferia y la formación de grietas (hasta 60 metros de longitud) en el terreno de los cuales 30 hectáreas ya fueron vendidas por SERVIMET para construir edificios habitacionales, oficinas, centros comerciales y una iglesia encima.

2.4.3 NOM-083-SEMARNAT-2003: Norma para rellenos sanitarios y su clausura

La norma que determina a nivel nacional las características, las condiciones y el post-uso de los sitios de disposición final de RSU es la NOM-083-SEMARNAT-2003. La Norma contiene las especificaciones de la 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.

Primero se define la situación actual del sitio de disposición final de un municipio:

- a) Cumple con la NOM-083-SEMARNAT-2003 (relleno sanitario), o
- b) No cumple con la norma (sitio controlado o sitio no controlado).

Para ambos casos será necesario elaborar un *Plan de Regularización*, cuando el sitio se clausura por no cumplir con la norma; no obstante, debe ser regularizado / saneado primero. Para la clausura de un sitio de disposición final de RSU se deben considerar la etapa preliminar a la clausura, la etapa de clausura, la etapa de post-clausura y la etapa a largo plazo (un mantenimiento por lo menos para 20 años). La clausura debe cumplir con los requisitos mínimos fijados en el Punto 9⁴ de la Norma para procurar la estabilidad, monitoreo sanitario y ambiental a largo plazo. En muchos municipios faltan los recursos para clausurar adecuadamente sus tiraderos, ni pensar de construir un nuevo sitio que cumpla con la norma para denominarse relleno sanitario.

Las actividades básicas en la fase post-clausura y de monitoreo del sitio clausurado son:

- Captación y control de biogás.
- Captación y control de lixiviados, aguas subterráneas.
- Estabilización de los taludes de residuos sólidos.
- Desvío y control de los escurrimientos pluviales.
- Restricción del acceso y/o uso del sitio.
- Identificación de posibles problemas de contaminación.
- Aseguramiento del funcionamiento de los sistemas de monitoreo ambiental: biogás, lixiviados.

Los planes de clausura deben ser congruentes con el uso final del suelo que haya sido autorizado, así como reducir los impactos de los residuos sólidos y sus subproductos a través de acciones de saneamiento ambiental. Se estima que el proceso de degradación después de la clausura de un sitio de RSU se prolonga de 80 a 100 años. El periodo de post-clausura abarcará como mínimo 25 años, durante ese tiempo no se deben realizar construcciones de concreto en el terreno.

Para el post-uso del sitio la Norma en el Artículo 9.5 “Uso Final del sitio de disposición final” define: “*Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.*”

La Guía para la NOM-083-SEMARNAT-2003, que no es obligatoria sino una recomendación, menciona: “Los sitios utilizados como rellenos sanitarios, una vez clausurados y acondicionados, pueden ser utilizados como parques, para actividades de recreación, y

⁴ Véase anexo: Cap15.1. “Marco normativo para el manejo de residuos y sus disposiciones finales”, Punto 9.

construcción de jardines botánicos y áreas de estacionamiento. Sin embargo, el uso final de estos sitios como áreas verdes es lo más común. Después de la clausura, el sitio debe pasar un periodo de estabilización de por lo menos 25 años. Durante este tiempo debe estar controlado y adecuado periódicamente, mediante el monitoreo ambiental de lixiviados, biogás y acuíferos, aunado al mantenimiento de las cubiertas de clausura, los cambios interiores y exteriores, drenajes y sistemas de ventilación. Durante este tiempo no deben realizarse construcciones en el sitio.” (SEMARNAT, 2004c: 43).

9. Clausura del sitio

9.1. Cobertura final del sitio

La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado. Las áreas que alcancen su altura final y tengan una extensión de dos hectáreas deben ser cubiertas conforme al avance de los trabajos y al diseño específico del sitio.

9.2. Conformación final del sitio

La conformación final que se debe dar al sitio de disposición final debe contemplar las restricciones relacionadas con el uso del sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cobertura final de clausura, drenajes superficiales para el control del lixiviado y el biogás.

9.3. Mantenimiento

Se debe elaborar y operar un programa de mantenimiento de post-clausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final, por un periodo de al menos 20 años. Este periodo puede ser reducido cuando se demuestre que ya no existe riesgo para la salud y el ambiente. El programa debe incluir el mantenimiento de la cobertura final de clausura, para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como los daños ocasionados por erosión (escurrimiento pluvial y viento).

9.4 Programa de monitoreo

Se debe elaborar y operar un programa de monitoreo para detectar condiciones inaceptables de riesgo al ambiente por la erosión de biogás y la generación de lixiviado, el cual debe mantenerse vigente por el mismo periodo que en el punto. 9.3. de la presente Norma.

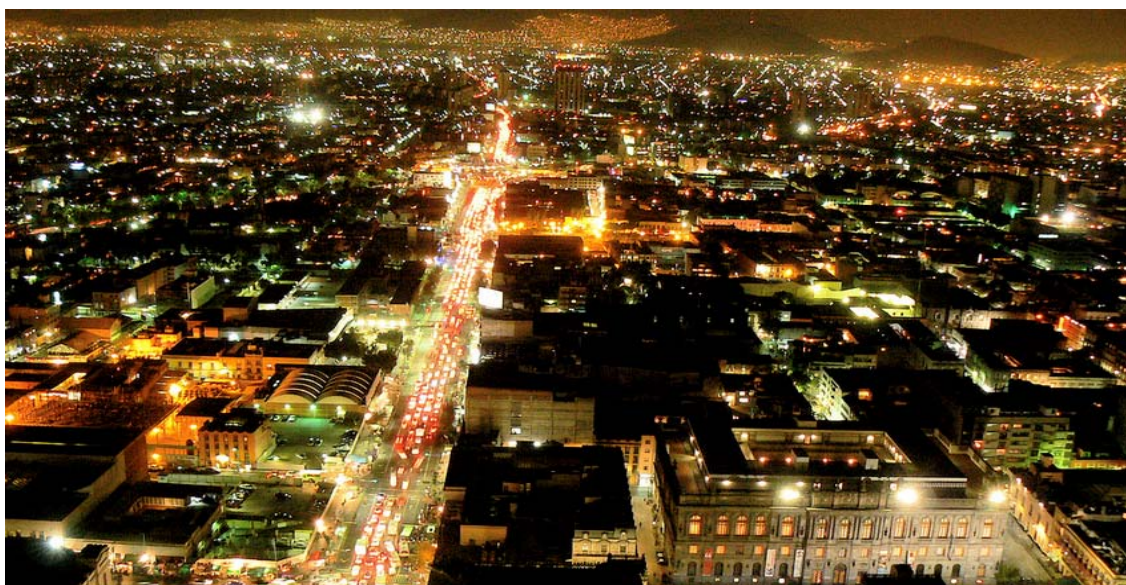
9.5. Uso final del sitio de disposición final

Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por la autoridad correspondiente competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.

NOM-083-SEMARNAT-2003, Art.9

2.5 Marco geográfico

Fotografía 4: Ciudad de México



Fuente: Sukka, Flickr [en línea]

“...Ciudad de México que es la prolongación de tantos sueños, la materialización de tantas pesadillas...” Roberto Bolaño, El burro.

La Ciudad de México está ubicada en el altiplano del Valle de México que forma una cuenca cerrada a 2,200 metros de altura sobre el nivel del mar; la cuenca está artificialmente drenada desde el siglo XIX; a partir de la llegada de los españoles, que no entendieron cómo aprovechar el ecosistema lacustre que habían creado los aztecas entre ciudad y entorno. Por esta razón destruyeron el equilibrio y causaron daños que siguen existentes en el siglo XXI e impiden, entre otros factores ambientales, un desarrollo sustentable de toda la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

El tema de los desechos urbanos, su historia “urbana” y sus huellas en esta zona se dejan reconstruir desde los inicios de la ciudad azteca. Este estudio resume la historia de los desechos desde Tenochtitlán hasta hoy día; sin embargo, su parte principal, el análisis de los sitios de los Residuos Sólidos Urbanos se enfoca a partir del periodo posterior a los años 50, en el Distrito Federal; se consideran los sitios oficiales clausurados entre 1970 y 2012. El último sitio que existía del Gobierno del Distrito Federal, el Bordo Poniente, se clausuró mientras se escribió esta tesis.

Los tiraderos de Nezahualcóyotl, ubicados en el Estado de México, hacen la excepción en la limitación geográfica al Distrito Federal del estudio, ya que colindan con el terreno del Bordo Poniente y la zona lacustre del Vaso de Texcoco; para la cual se debe encontrar una solución en común que supere los límites y conflictos políticos entre el DF y el Estado de México.

La Ciudad de México está conformada por 16 delegaciones, en 2010 contaba con 8.85 millones de habitantes (hab.), que viven en una superficie de 1,485 kilómetros cuadrados (km²), con una densidad 5,920 hab./km².⁵

Figura 1: Las 16 Delegaciones del DF con sus 13 estaciones de transferencia y 3 plantas de separación



Fuente: SMA, 2009

De la recolección de los residuos se encarga cada delegación, que cuenta con personal, parque vehicular y centro de transferencia propios. Las 16 delegaciones comparten 13 centros de transferencia y 3 plantas de separación.

Las 16 delegaciones varían en cantidad de habitantes, densidad poblacional y nivel socioeconómico. En el equipamiento de infraestructura pública también existen grandes diferencias, cabe mencionar el suministro de agua potable y la oferta de zonas verdes.

⁵ A nivel nacional hay 57 personas por kilómetro cuadrado. INEGI, Censos de Población y Vivienda 2010.




Tabla 1: Habitantes por Delegación y Zona Verde

| Delegación | Cantidad de habitantes | Área km ² (*) | Total áreas verdes km ² |
|------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Álvaro Obregón | 727,034 | 61.12 | 24.59 |
| Azcapotzalco | 414,711 | 33.51 | 4.28 |
| Benito Juárez | 385,439 | 26.51 | 1.19 |
| Coyoacán | 620,416 | 54.01 | 20.13 |
| Cuajimalpa | 186,391 | 15.08 | 5.55 |
| Cuauhtémoc | 531,831 | 32.67 | 1.81 |
| G. A. Madero | 1,185,772 | 87.29 | 14.26 |
| Iztacalco | 384,326 | 23.12 | 2.25 |
| Iztapalapa | 1,875,786 | 113.37 | 18.32 |
| M. Contreras | 239,086 | 14.08 | 1.82 |
| Miguel Hidalgo | 372,889 | 47.69 | 8.89 |
| Milpa Alta | 130,582 | 288.3 | NN |
| Tláhuac | 360,265 | 19.17 | 2.27 |
| Tlalpan | 650,567 | 48.29 | 11.8 |
| V. Carranza | 430,978 | 33.87 | 5.23 |
| Xochimilco | 415,007 | 22.9 | 5.89 |
| Distrito Federal | 8,851,080 | 632.66 | 128.28 |

Fuente: INEGI, 2012

Figura 2: Sitios de disposición final de RSU clausurados y por clausurar en el Distrito Federal



- | | | |
|--|----------------------------|-----------------------------|
|  Tiradero o Relleno Sanitario revitalizado en parque o área verde | 1 Zona GAM | 7 Bordo de Xochiaca/Neza |
|  Tiradero o Relleno Sanitario operando o clausurado | Bordo Poniente | 8 Ciudad Jardín |
|  Tiradero o Relleno Sanitario revitalizado y ocupado con construcciones | 2 Etapa I | 9 Alameda Poniente |
| | 3 Etapa II | 10 Prados de la montaña |
| | 4 Etapa III | 11 Parque Cuicláhuac |
| | 5 Etapa IV (Clausura 2012) | 12 Santa Catarina |
| | 6 Alameda Oriente | 13 San Lorenzo Tezonco I-II |

Fuente: Elaboración propia. Datos de ubicaciones de la SOS y mapas de Google Earth

MARCO TEÓRICO

3 Metodología

3.1 Antecedentes

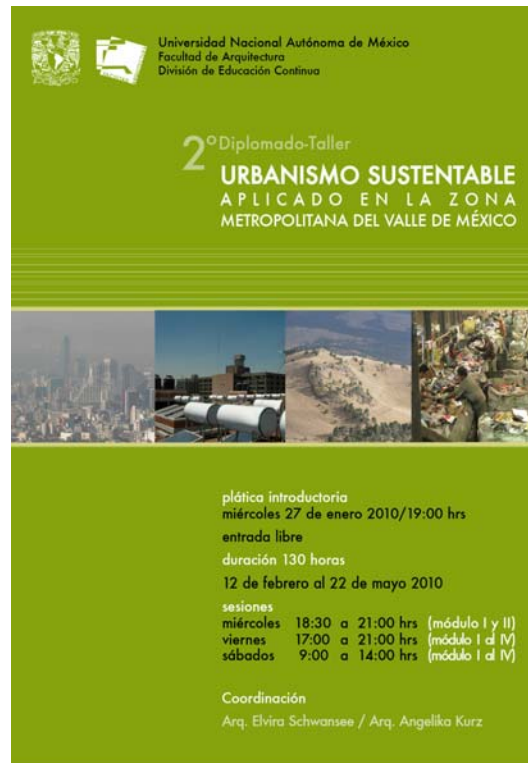
Se eligió para el presente doctorado el tema *“Potencial de revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos: el potencial energético, económico, ecológico y urbano de los extiraderos y otros sitios residuales en la Ciudad de México”* porque se reconoció un gran déficit en la gestión de los residuos sólidos urbanos en México. Después de haber trabajado el tema del reciclaje de plásticos en una tesis de maestría *“Plásticos reciclados para la construcción – Potenciales para el reciclaje de los desechos de plásticos bajo criterios sustentables en México”* (Fac. Arquitectura / UNAM) surgió el deseo de vincular el tema de los residuos con la cuestión urbana.

De la coordinación de los Diplomados *“Urbanismo Sustentable en la Zona Metropolitana del Valle de México”*, en la misma institución, derivaron temas urbanos transversales; así como la idea de integrar el tema de residuos en la discusión de urbanismo sustentable en la ZMVM.

Los residuos y su manejo adecuado dentro de todo su ciclo de vida requieren de múltiples conocimientos en diferentes ciencias, se incorporan ciencias biológicas, químicas, físicas, la ingeniería mecánica, ambiental y energética. Los campos de actividades empiezan con la legislación y normatividad, políticas públicas y administración, concientización y educación ambiental, logística (inversa) y vialidades, hasta los diferentes tratamientos para los residuos en sus diferentes fases y apariencias.

La investigación del doctorado quería seguir con el tema de los residuos sólidos urbanos como un tema clave del urbanismo, pero con un enfoque distinto al de los trabajos actuales que investigan las diferentes posibilidades de tratamiento y aprovechamiento de los residuos y su manejo en términos ecológicos, energéticos, económicos y técnicos. En la discusión urbana hace falta incluir el tema de los residuos y sus sitios de disposición; asimismo, en la discusión técnica hace falta la perspectiva urbana. Dentro de la perspectiva integral “de la cuna hasta la tumba”, los residuos pasan por múltiples actores, tratamientos y lugares. Esta investigación doctoral se enfoca única y físicamente en el último lugar, la tumba. El objeto de investigación son los sitios de disposición final de los residuos, también conocidos como rellenos sanitarios o tiraderos o, en el contexto de esta tesis se les denomina sitios residuales y terrenos baldíos.

Figura 3: Cartel del Diplomado de Urbanismo Sustentable en la UNAM



Fuente: Elvira Schwanse

Cabe destacar que también hace falta más dedicación a la perspectiva antropológico-social de los residuos y sus actores pues casi no se emprende.

Esto debido a la mezcla de sindicalismo e informalismo con políticas y personas corruptas que obstaculizan estudios empíricos a detalle y una decodificación transparente de la situación actual en cuanto al sistema de jerarquía dominante (caciquismo), a tomas de decisiones, a ejecuciones correctas de las obras y sobre costos reales en el manejo de los residuos.

Con la determinación geográfica en la zona metropolitana de México, se buscó el *foco urbano* de esta urbe que esté vinculado con los sitios residuales que resulta de la correlación entre la carencia de áreas verdes y la sobra de terrenos residuales y baldíos. Así, se dedica un gran capítulo de la tesis al tema de áreas verdes y el tema básico respectivo, la gestión de suelos en la Ciudad de México.

En el análisis de tiraderos urbanos ocurren primero los impactos negativos que conllevan estos sitios para la zona urbana, el medioambiente y los ciudadanos.

Los ciudadanos menosprecian los terrenos residuales y baldíos; ya que implican inseguridad, acumulación clandestina de basura y son destinados a usos irregulares. Por otra parte, los desarrolladores, están interesados únicamente en el valor de suelo de estos terrenos baldíos y cómo podrían ser aprovechados en términos de desarrollos inmobiliarios.

El beneficio de un espacio libre en medio de la urbanización, su transformación en un ecosistema urbano silvestre, o para crear un parque, un área verde u otro tipo de oferta de descanso y regeneración no está presente. Aún menos está presente que los sitios residuales con miles de toneladas de basura acumuladas incorporen un potencial ecológico, energético y económico que puedan aprovecharse para producir y comercializar energía limpia en lugar de contaminar la atmósfera con gases de efecto invernadero generados por los desechos depositados.

La tesis *“Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos: el potencial energético, económico, ecológico y urbano de los tiraderos y otros sitios residuales en la Ciudad de México”* investiga diferentes conceptos sobre cómo transformar los impactos negativos de los sitios residuales en beneficios para la urbe y sus habitantes.

3.2 Metodología de Investigación

La investigación presenta la combinación de dos temas en un nuevo contexto: Residuos Sólidos Urbanos y Urbanismo Sustentable. Cada tema incluye otros subtemas, así que se presentan cuatro campos distintos (post-uso de rellenos sanitarios, aprovechamiento energético de residuos, áreas verdes y gestión de suelos urbanos) que interactúan y se intercalan en la definición de los indicadores. Mucha información y datos en temas de residuos, áreas verdes y medioambiente no están disponibles o existentes en la Ciudad de México, deben buscarse en distintas fuentes y levantarse en estudios de campo. Por lo tanto, el trabajo principal consiste en documentar los principales sitios residuales en la Ciudad de México, reportar su historia, situación actual y analizar los diferentes impactos negativos y positivos que tienen en la urbe y el medioambiente. El modelo para el mejoramiento de la calidad urbana toma como referencia a cinco conceptos urbanos que se explican brevemente dentro del marco teórico para el desarrollo urbano sustentable.

En México y en particular la Ciudad de México, no existe un esquema o una normatividad para prescribir el post-uso de un relleno sanitario o medir su impacto al entorno urbano. La revitalización de terrenos residuales se maneja en las zonas metropolitanas de América Latina, habitualmente sin una visión y un *Master Plan* sobre cómo remediar y reusar de la mejor forma el espacio contaminado y baldío. Por consiguiente, se dedica el trabajo a desarrollar indicadores que permitan analizar y evaluar las condiciones actuales de un terreno residual (o ya revitalizado).

De esta forma se puede definir el potencial (negativo y positivo) en cuanto a la reintegración de un pasivo en el ciclo de uso de suelos urbanos, sea como área verde u como otro tipo de transformación en un terreno activo con beneficios comunes.

3.2.1 Marco teórico y antecedentes

Para la elaboración del Marco Teórico y la descripción de los antecedentes se aplicaron los siguientes métodos:

- Recopilación de información.
- Estudios de literatura internacional sobre la remediación de sitios contaminados (landfills, brownfields) y revitalización de terrenos baldíos.
- Estudios de los gases de efecto invernadero (GEI) y programas de mitigación a nivel global y en México.
- Estudio del marco jurídico y normatividad para la construcción, la operación, clausura y monitoreo de disposiciones finales de RSU (en especial al NOM-083-SEMARNAT-2003).
- Literatura y documentación sobre la historia de los residuos sólidos urbanos y las disposiciones finales en la Ciudad de México.
- Estudios de la normatividad para la caracterización del uso de suelos en la Ciudad de México y en las diferentes delegaciones.
- Estudios de indicadores para la sustentabilidad.
- Estudio de los Planes de Desarrollo Urbano, Programas de Desarrollo Municipal y Programas parciales de desarrollo urbano de Iztapalapa, Nezahualcóyotl, Santa Fe y Azcapotzalco.
- Entrevistas con actores de la sociedad civil y con actores políticos en las delegaciones y en el campo de la gestión de RSU.
- Entrevistas con los diferentes departamentos e instituciones correspondientes para la construcción, la operación y el monitoreo de sitios y tecnologías de tratamiento de desechos.

Estudios empíricos y visitas *in situ*

- Visitas de los sitios de disposición final de RSU.
- Visitas de los ejemplos de buena práctica (Parque Fundidora Monterrey, Parque Bicentenario Azcapotzalco).
- Visitas de los sitios residuales clausurados y revitalizados.
- Entrevistas con actores de la sociedad civil y con actores políticos en la gestión de los sitios o suelos residuales.
- Estudios de desarrollo de indicadores en diferentes proyectos.

Procesamiento de información

- Resumen de las fuentes bibliográficas sobre la gestión de la basura y sus sitios.
- Resumen de las entrevistas de la parte histórica de la basura en la Ciudad de México.

- Determinación de los términos de los temas de la tesis (revitalización, área verde, etc.).
- Mi concepción de urbanismo sustentable, resumiendo conceptos urbanos de diferentes épocas.
- Resumen de los programas para áreas verdes y arborización en la Ciudad de México.
- Resumen de las estrategias para el reciclamiento de terrenos baldíos en Alemania y su adaptación a las condiciones mexicanas.
- Transmisión de los conceptos de revitalización y sus diferentes fases del proyecto al caso mexicano.
- Presentación de los ejemplos de buenas prácticas.

Casos de Estudio

- Presentación de los ejemplos de buena práctica en Monterrey y Azcapotzalco dentro de su contexto urbano.
- Elección de las delegaciones por presentar: Santa Fe, Iztapalapa, Gustavo A Madero, Nezahualcóyotl.
- Breve descripción de la delegación del caso de estudio.
- Explicación del saneamiento del sitio revitalizado.
- Resumen de los costos y beneficios de la revitalización y del estado actual.

Desarrollo de los indicadores y análisis

- Recopilación de indicadores para el análisis de proyectos de revitalización.
- División de los indicadores en cuantitativos y cualitativos y determinación de los distintos valores.
- Agrupación de los indicadores bajo cuatro grupos de índices.
- Diferenciación de indicadores para sitios residuales o para áreas verdes.
- Agrupación de los indicadores en una Matriz de Índices.
- Aplicación de los cuatro Índices a todos los casos de estudio.
- Presentación de los resultados del análisis con los Índices.
- Conclusiones de los análisis.

Resúmenes, Propuesta y Conclusiones

- Deducir de todos los capítulos y temas las conclusiones y presentarlos en forma de recomendaciones para políticas públicas, así como para otros campos.
- Evaluar el potencial de revitalizaciones para sitios residuales y degradados en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- Plantear un escenario de un proyecto de revitalización para Santa Fe y sus sitios residuales.

3.3 Instrumentos de análisis

Para la parte del análisis y comparación de los sitios elegidos como Casos de Estudio se utilizaron dos instrumentos de análisis. Sobre los *Índices para la revitalización de sitios de disposición final de RSU* se tienen que desarrollar y definir los indicadores, adaptados a la situación y las condiciones de los sitios residuales en la Ciudad de México.

3.3.1 Indicadores y la Matriz de Índices

Se resumen enseguida el origen de los indicadores y los criterios básicos para su desarrollo. Se describen los diferentes factores cuantitativos y cualitativos cuando a cada uno se dedica un valor distinto y por ende, entre diferentes casos de estudio, son comparables. La Matriz de

Índice uniforme y plasma todos los valores, no obstante, no todos los factores se dejan detectar o son aplicables en la investigación sobre terrenos residuales y su potencial de revitalización.

Origen de los indicadores de sustentabilidad

Uno de los principales impulsos sobre iniciativas de indicadores de desarrollo sustentable proviene del capítulo 40 de la Agenda 21 en donde se establece que “...es preciso elaborar y promover el uso mundial de indicadores del desarrollo sostenible que sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medioambiente y el desarrollo.” (ONU, 1992c)

A partir de la Agenda 21 había diversas iniciativas de instituciones internacionales y de gobiernos para la definición de indicadores de desarrollo sustentable o del desarrollo comunitario sustentable. Los indicadores más globales para un desarrollo sustentable se encuentran en las Objetivos del Desarrollo del Milenio, se desarrollaron mediante procesos colaborativos, que involucran a varios departamentos de las Naciones Unidas, a agencias especializadas, a organizaciones internacionales y a agencias nacionales de estadística. Las *Metas del Milenio* manejan 55 indicadores, 8 objetivos derivados y 18 metas. (ONU, 2000)

Los ocho objetivos de las *Metas del Milenio* son:

- 1.- Erradicar la pobreza extrema.
- 2.- Alcanzar la educación primaria elemental.
- 3.- Promover la equidad de género y la autonomía de las mujeres.
- 4.- Reducir la mortalidad infantil.
- 5.- Reducir la mortalidad materna.
- 6.- Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
- 7.- Garantizar la sostenibilidad del medioambiente.
- 8.- Fomentar la asociación mundial para el desarrollo.

Cada objetivo se define con una meta que se mide con los indicadores correspondientes, por ejemplo:

Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre.

Meta 1: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día.

Indicadores:

1. Proporción de la población cuyos ingresos son inferiores a 1 dólar por día a paridad del poder adquisitivo.
2. Coeficiente de la brecha de pobreza (incidencia de la pobreza multiplicada por la profundidad de la pobreza).
3. Proporción del consumo o ingreso nacional que corresponde a la quinta parte más pobre de la población.

Criterios para el desarrollo de un indicador

Un indicador es un instrumento empírico y un parámetro o valor que proporciona información para describir el estado de un fenómeno con un significado.

Los criterios en el desarrollo de un indicador son:

- Ser significativo.
- Ser fácil de interpretar.

- Proporcionar una base para comparaciones.
- Tener un valor de referencia.
- Estar teóricamente bien fundamentado.
- Ser razonable.
- Ser actualizable.

Para las comunidades alemanas se desarrollaron grupos o sistemas de indicadores que se dividen comúnmente según la clasificación de la Agenda 21 en los grupos: Medioambiente, Economía y Sociedad. Cada grupo representa un índice que se compone de diferentes indicadores que refieren diferentes valores. (Servicestelle Lokale, Agenda 21)

En el Índice *Medio Ambiente* se presenta, por ejemplo, el indicador: *Residuos*, que se recomienda medirlo en RSU (kg) /per cápita / año. Después viene la definición de Residuos Sólidos Urbanos y una lista con las posibles fuentes para obtener los datos requeridos para poder calcular el valor.

3.3.2 Indicadores cuantitativos y cualitativos

En las ciencias el desarrollo y la aplicación de indicadores se divide en indicadores cuantitativos e indicadores cualitativos, en medio de los dos grupos se pueden ubicar todavía los indicadores semi o cuasi cuantitativos. No existe una normalización para estos términos y según el campo de trabajo o investigación se interpretan y aplican de forma diferente.

Un *indicador cuantitativo* se identifica por un valor que se puede medir en forma numérica con una unidad común, en donde las distancias entre los valores consecutivos son idénticas. El levantamiento de los valores se basa en muestras obtenidas por métodos estadísticos con una gran cantidad de pruebas. Un típico indicador cuantitativo se presenta, por ejemplo, con un valor monetario en números, en peso, en distancias, en cantidades, etc.

Un *indicador cualitativo* se basa en encuestas, observaciones y opiniones de expertos. Las informaciones obtenidas no necesitan ser estructuradas, pero son imprescindibles para el análisis que se fundamenta en estimaciones. Los indicadores cualitativos suelen ser no objetivos, porque el cálculo estadístico a menudo no es abordable. Los indicadores cualitativos se complementan muy bien con los indicadores cuantitativos, los enriquecen ya que profundizan en información que no abarca los indicadores cuantitativos.

En muchos casos se dedica un valor a los indicadores cualitativos, de esta forma se vuelven *indicadores semi o cuasi cuantitativos*.

3.4 Estructura de trabajo

La tesis "*Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos: el potencial energético, económico, ecológico y urbano de los extiraderos y otros sitios residuales en la Ciudad de México*" se sintetiza, antes de empezar, en el resumen ejecutivo.

➔ **Parte A: Introducción** anticipa el resumen y define el marco de estudio y su marco geográfico, explican la hipótesis, las preguntas principales y los objetivos del estudio.
Páginas 1-19.

➡ **Parte B: Marco Teórico** se divide en cuatro capítulos.

En el Capítulo 3, *Metodología*, se explican los antecedentes y los métodos de investigación con los dos instrumentos elegidos para el análisis que se emplea en capítulos posteriores. En el capítulo 4, *Conceptos para el desarrollo urbano sustentable*, se expone de forma concisa la concepción de la autora sobre cómo interpretar el término de *Urbanismo Sustentable*, se presentan cinco conceptos de diferentes épocas y con distintas ponderaciones y valores. En el Capítulo 5, *Conceptos para la Revitalización*, se tratan los términos, los conceptos y la estructura de un proyecto de revitalización de terrenos baldíos contaminados y residuales. Otro tema general para la gestión de los sitios residuales se explica en el Capítulo 6, *Mecanismo de Desarrollo Limpio y programas en México*.

Páginas 21-63

➡ **Parte C: Antecedentes** se enfoca en la Ciudad de México para dar a conocer en profundidad los dos temas u objetos principales de la investigación.

El Capítulo 7, *Distrito Federal y Residuos Sólidos Urbanos*, se remonta a la historia de los buenos viejos tiempos de Tenochtitlán para observar cómo inicia el manejo inadecuado de los desechos a partir de la llegada de los españoles hasta hoy día. En este escenario, el único sitio de disposición final de la Ciudad de México toma un papel protagónico, que desde décadas atrás fue tema de debates y que recientemente fue clausurado con la idea de concesionarlo para el aprovechamiento del biogás y de la producción de electricidad. Se cuestiona el *Futuro del Bordo Poniente y Vaso de Texcoco* para resumir el capítulo principal con la tesis de que los problemas en la gestión de basura en la Ciudad de México son problemas continuos que realmente nunca se han atenuado o solucionado.

El Capítulo 8, *Medioambiente y Gestión de Suelos en la Ciudad de México*, se dedica brevemente a explicar las condiciones generales de la cuenca, para limitarse en los subcapítulos siguientes a la gestión de los suelos capitalinos. El uso de suelo es un factor clave en la conversión y regeneración de las áreas verdes y los ecosistemas urbanos. Los suelos contaminados y abandonados de los sitios residuales requieren de un análisis a detalle respecto a su caracterización y transformación para otros usos. Los últimos dos subcapítulos tratan la historia, la importancia y la existencia de las áreas verdes y la vegetación en la Ciudad de México, así como los programas capitalinos más importantes en esta materia.

Páginas 52-118.

➡ **Parte D: Casos de Estudio** representa el segmento principal de los estudios empíricos y procesa toda la información y las visitas *in situ*, ello con el fin de presentar los sitios más significativos, sea como *Sitios contaminados y revitalizados: Ejemplos de buenas prácticas en México* (Cap. 10.), o en forma de cinco sitios residuales que fueron elegidos para describirlos en el Capítulo 9, *Tiraderos y rellenos sanitarios revitalizados en la Ciudad de México*. Las descripciones contienen datos generales sobre Santa Fe, Iztapalapa, Azcapotzalco y el municipio Nezahualcóyotl, así como un resumen de sus Planes o Programas de Desarrollo sobre la gestión de áreas verdes. Luego se presenta toda la información y los detalles que fueron posibles acopiar sobre los tiraderos en su fase de operación, clausura y transformación o abandono. La mayoría de los espacios de los casos de estudio sirven hoy día como parques o zonas verdes y deportivos. Se distinguen por su motivación y objeto principal: por la participación de diferentes sectores con diferentes intereses e influencias y por su

mantenimiento y uso a largo plazo. En los casos en los que se pudieron conseguir las informaciones, se mencionan los detalles de saneamiento de los tiraderos o rellenos sanitarios y los costos para las diferentes obras.

Páginas 120-175

➤ **Parte E: Desarrollo de Indicadores y análisis**

Con este apartado inicia la parte conceptual del estudio y el análisis del potencial para la revitalización y las disposiciones finales de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de México. En el Capítulo 11, *Desarrollo de índices para la revitalización de sitios de disposición final de RSU*, se desarrollan para cuatro grupos de índices (energético-económico, ecológico, gestión y valor de suelo, ambiental-urbano) con sus respectivos indicadores. Se plasman todos los indicadores con sus respectivos valores en una sola matriz. Se explica cómo se conforma cada indicador y de qué manera se puede aplicar a los Casos de Estudio.

En el Capítulo 12, “Análisis y evaluación”, con los instrumentos desarrollados en Parte E se analizan los Casos de Estudio, se calculan los resultados para 11 Indicadores desarrollados y 6 Casos de Estudio. Para tener un mejor panorama general sobre los 4 grupos de Índices, los 11 Indicadores aplicados y los 6 Casos de Estudio, se presenta al final de cada capítulo una tabla con la vista general de los resultados de cada Indicador.

Páginas 177-261.

➤ **Parte F: Resúmenes, Propuestas y Conclusiones**

En el apartado F se concluyen todos los capítulos anteriores y los diferentes temas tratados. En Capítulo 13 se presenta un de forma ilustrativa el resumen de la aplicación de los 4 Índices a los 6 casos de Estudio. El Capítulo 14 comprende las recomendaciones que se dividen en diferentes temas, así como en recomendaciones para políticas públicas, se establece el *Potencial de revitalización de sitios residuales en la ZMVM*. En el Capítulo 15 se concluye qué se puede hacer con los sitios residuales y cómo se puede mejorar la calidad de vida urbana, con base en una idea de reformación urbana que se presenta para Santa Fe y sus sitios residuales.

Páginas 263-305

➤ **Parte G: Anexo** incluye información adicional y las referencias bibliográficas. El Capítulo 17 detalla las normas para los Residuos Sólidos Urbanos y sus sitios, para la Gestión de Suelos y para las Energías renovables. El Capítulo 18 contiene los *Monitoreos de los 3 sitios de RSU en la Ciudad de México*. El Capítulo 19 presenta las sinopsis de los *Programas y Planes de Desarrollo* de las zonas tratadas. El Capítulo 20 las *Encuestas a los usuarios de los parques*. En el Capítulo 21 se enlistan las Referencias según el orden: *Bibliografía / Leyes, normas y decretos oficiales. / Programas, Manuales y Convenios*

Páginas 307-370

4 Conceptos para el desarrollo urbano sustentable

Fotografía 5: Diseño de México-Tenochtitlan



Fuente: MadridMás [en línea]

El diseño de Tenochtitlán estaba basado en una planeación cuidadosa que resultaba en un conjunto urbano, no sólo hermoso, sino ambientalmente equilibrado.

La idea de Howard comprende conceptos sociológicos, urbanísticos y económicos que planean la gestión del suelo en términos de vivienda, trabajo, transporte y salud, pero también en términos de propiedad; ya que el suelo lo considera de propiedad pública.

La “Ciudad Jardín” se diseña con un cinturón verde y con comunidades rurales en proporción 3: 1 respecto a la superficie urbanizada que tiene un límite de crecimiento y por ende un límite de población.

El movimiento de *Garden City* creció y se interpretó de varias formas, en lo que se refiere principalmente a su diseño (áreas verdes o diseño circular), sin embargo, se ignoran los conceptos sociológicos y económicos.

Recientemente se asignó el nombre *Ciudad Jardín* a un proyecto de construcción de una mega-zona comercial con campos deportivo sobre un tiradero en la delegación Nezahualcóyotl en la ZMCM.

A la idea de crear espacios verdes en las ciudades se agregan en el siglo 21 el concepto de “ciudades habitables”, “ciudades ecológicas” y al fin “ciudades compactas” para enfrentar el riesgo del desbocamiento de las urbes (*sprawled city*). Discusiones sobre ciudades globales, ciudades virtuales y ciudades sustentables surgen; y consideran, entre otros criterios, la relación ciudad-*hinterland* y la segregación en las ciudades. (Platt, 1994; Rueda, 1998; Delgado, 1991)

Con el crecimiento de megaciudades como Tokio, San Paulo, Shanghái y México se desarrollan paisajes urbanos infinitos, con un crecimiento urbano no controlado que destaca como una característica de megaciudades en países en desarrollo, causada por sobrepoblación y una fuerte urbanización versus la ausencia de gobernación. La ausencia de autoridades implica la deficiencia en la planeación (por ejemplo determinación de uso de suelo y planes de desarrollo urbano), falta de control (por ejemplo cumplimiento en el uso de suelo o la contaminación), así como la carencia de infraestructura pública, y provoca la autoconstrucción y la especulación inmobiliaria incontrolada. Estos factores inhiben y ponen en riesgo la planeación, la creación, el mantenimiento o la protección de los ecosistemas existentes o de las nuevas áreas verdes en forma de espacios públicos, sin que sufran presión inmobiliaria. Varios estudios muestran estos fenómenos en la Zona Metropolitana del Valle de México y toda su cuenca (Aguilar, 2008; Delgado, 2003; Suárez y Delgado, 2007).

4.2 Urbanismo verde

Steffen Lehmann en su modelo más reciente de “Urbanismo Verde”, define e interrelaciona tres pilares como fundamentos básicos para la sustentabilidad de una ciudad: “Energía y Recursos”, “Agua y Biodiversidad” y “Planeación urbana y transporte” (2006; 2010,)

Los 15 principios para un “Urbanismo Verde” incluyen conceptos de “Cero energía fósil”, “Cero emisiones” y “Cero basura”.

El concepto o la costumbre de generar basura se transforma en la idea de restablecer la autoproducción, el reúso y reciclamiento para crear un ciclo cerrado (*closed-loop system*) en el manejo de los desechos de cada ciudad, desde el reciclaje de todo lo que proviene del sector de la construcción hasta el compostaje de los desechos orgánicos de los habitantes mismos.

Figura 5: Urbanismo verde

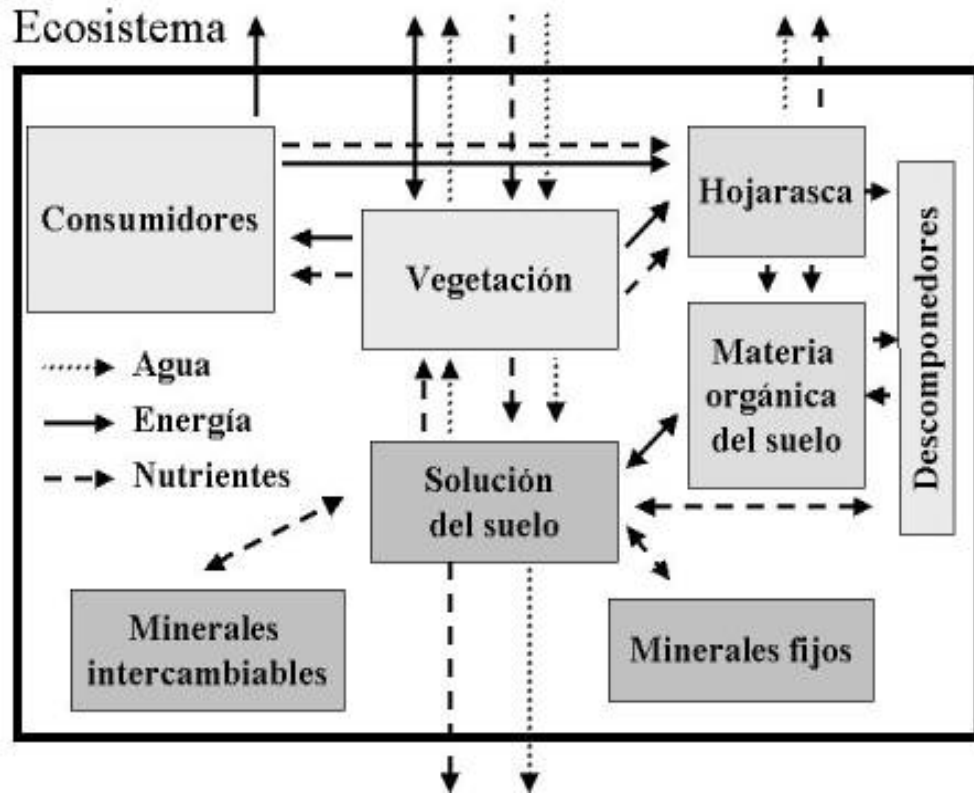


Fuente: S. Lehmann, 2005/2010

4.3 Ecosistemas urbanos

El estilo de vida del ser humano urbano y la toma de decisiones de gobiernos municipales impactan en los ecosistemas urbanos y viceversa, los ecosistemas influyen en la calidad de vida urbana y del habitante mismo.

Figura 6: Ecosistema urbano: Flujo de energía y materia



Fuente: INE, 2012

Las actividades urbanas consumen recursos en forma de materia y energía, además generan emisiones de residuos líquidos y sólidos al aire, al agua, al subsuelo que afectan a sus ecosistemas y a la biodiversidad regional (*global biodiversity influence*). La fauna y flora en las urbes también se adaptan y se transforman según las circunstancias de su entorno urbano. No obstante, la amenaza más grande es la pérdida de grandes hasta microecosistemas debido a la construcción y al ciudadano mismo, que invade, maltrata y destruye sus ecosistemas.

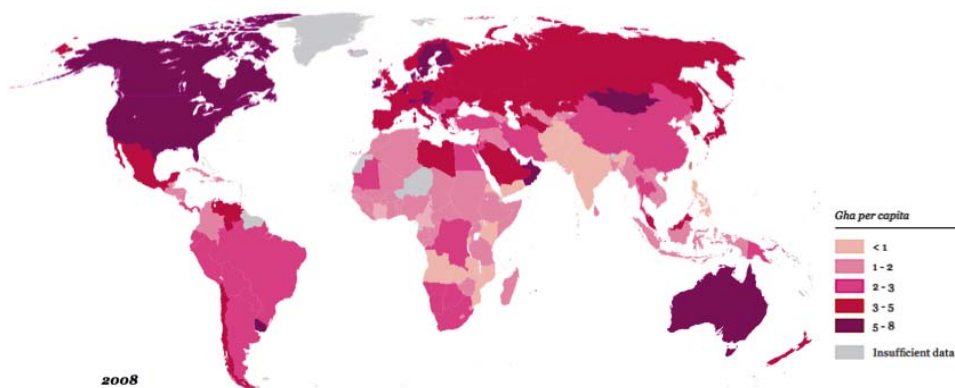
La biodiversidad se define en la *Cumbre de la Tierra* y desde su novena reunión en París en 2008 (COP-09), reconoce la importancia de involucrar ciudades y gobiernos locales en la *Convention on Biological Diversity* y en el tema de biodiversidad urbana (ONU, 1992, p. 3). Con esto se abre el tema de biodiversidad de los términos clásicos biológicos y ambientales a disciplinas interdisciplinarias que analizan ecosistemas locales y urbanos, sus consolidaciones o transformaciones, amenazas y beneficios, así como la interrelación entre el entorno y ecosistema urbano (Puppim de Oliveira, et al, 2011). Los *ecosistemas urbanos* se pueden definir como sistemas complejos que incluyen a la sociedad, a la economía y a la naturaleza (Zhang, 2006, p. 78); también se pueden considerar como espacios naturales conservados,

preservados o restaurados que están en interrelación con el sistema urbano. Para evaluar la interacción del ecosistema con el sistema urbano se consideran los servicios al medioambiente, los servicios al entorno urbano y los servicios a la sociedad desde el nivel local hasta el nivel global. Los impactos se pueden medir con índices duros, por ejemplo con índices económicos o emigración de GEI, y con *índices flexibles*, por ejemplo el *Valor de no Uso*. No es tan fácil medir y determinar la importancia y el impacto que representan los ecosistemas urbanos en términos ecológicos, económicos, sociales y políticos. (Zhang, 2006; Rueda, 2009)

Los sistemas pueden existir como ecosistemas pasivos en forma de terrenos no usados, y por eso sin valor bajo la perspectiva urbana-económica, como en el caso del Vaso de Texcoco, o también pueden reactivarse para servir a la población como activos ecológicos, en forma de parques y zonas de recreación. Los ecosistemas también pueden generar actividades y beneficios económicos, mientras su valor de uso se puede definir con el valor de suelo; sus impactos integrales al entorno urbano y actividades económicas implican estudios más profundos.

4.4 Huella ecológica

Figura 7: Huella Ecológica de una región o ciudad



Fuente: Living Planet Report, 2012
Biodiversity, biocapacity and better choices

Con los conceptos para ciudades sustentables se integran aspectos y ciencias interdisciplinarias que consideran la huella ecológica (Wackernagel: 1991) de una ciudad, incluyendo la disposición y el consumo de recursos, materiales, agua y energía de una ciudad o región.

El indicador de la huella ecológica se define, según sus propios autores, William Rees y Mathis Wackernagel, como: *"El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área."*

En México, la huella ecológica por habitante en 2008 es de 3 a 5 hectáreas. (WWF: Living Planet Report 2012)

4.5 Derecho a la ciudad

El derecho a la ciudad surge como idea y manifiesto en el libro *El derecho a la ciudad*, en 1968, de Henri Lefebvre. Critica la conversión de la ciudad en una mercancía que sirve exclusivamente para intereses capitalistas. Este fenómeno neoliberal causa la exclusión y la privatización de espacios públicos y el trato mercantil de los suelos y su uso. La propuesta de Lefebvre es que los habitantes se vuelvan dueños de su ciudad, que recuperen el “buen vivir” y que creen espacios para la vida colectiva. (Lefebvre, 1968)

Todo el mundo debería tener los mismos derechos para construir los diferentes tipos de ciudades que queremos. El derecho a la ciudad no es simplemente el derecho a lo que ya está en la ciudad, sino el derecho a transformar la ciudad en algo radicalmente distinto. (Borja, 2003)

Dentro del discurso del *Derecho a la Ciudad* el espacio público es el objeto principal. El espacio público comprende múltiples funciones como espacio funcional, espacio cultural, social, espacio polivalente, espacio colectivo y de construcción de identidades sociales y políticas. También puede fungir como espacio de descanso, de encuentro, de inspiración y conciencia, fuera de mecanismos de comercialización y capitalización.

En América Latina convocaron en el año 2011 *Habitat International Coalition America Latina* con las organizaciones civiles al “Concurso regional sobre derecho a la ciudad, sustentabilidad y buen vivir en América Latina”.

En 2011 se publicó la *Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad* que se estaba preparando a partir del Foro Social Mundial en 2008 y del Comité promotor, se firma del Jefe de Gobierno y a las instituciones públicas de educación superior.

La *Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad* postula:

1. Contribuir a la construcción de una ciudad incluyente, habitable, justa, democrática, sustentable y disfrutable.
2. Contribuir a impulsar procesos de organización social, fortalecimiento del tejido social y construcción de ciudadanía activa y responsable.
3. Contribuir a la construcción de una economía urbana equitativa, incluyente y solidaria que garantice la inserción productiva y el fortalecimiento económico de los sectores populares.

El derecho a la ciudad, de acuerdo con estos objetivos, puede coadyuvar a ser factor de fortalecimiento social y político de la población, de ordenamiento y manejo territorial sustentables y de crecimiento de la economía solidaria.

Figura 8: Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad



Fuente: La ciudad viva [en línea]

5 Conceptos para la Revitalización

Fotografía 6: Revitalización del relleno sanitario en el Freskills Park, Nueva York (900 ha)



Fuente: Parques de Nueva York [en línea]

5.1 Definiciones para la Revitalización

“Ya existen tantos conceptos de “Re-” así que tenemos que re-pensar los conceptos”

Fernando Carrión, UNAM, 2012

5.1.1 Términos de Revitalización

El término revitalización incluye diferentes conceptos, existen varios términos similares para procesos urbanos de esta índole como:

Recuperación de sitios contaminados: Es un término asociado a las acciones llevadas a cabo para colocar a un sitio contaminado en una situación de riesgo ambiental aceptable y volverlo a poner en valor en cuanto a su uso futuro. (Sarlo, 2009)

Restauración: El proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. Los ecosistemas, las funciones socioeconómicas y los valores que se pueden lograr en los proyectos de restauración incluyen el hábitat para las plantas y los animales (diversidad biológica), la calidad del ciclo de los nutrientes, el agua y el aire mejoran, la estética y las oportunidades de recreación. (Mitsch y Gosselink, 2000: 32)

Re-ciclamiento: Re-activación y reutilización de predios, cuyas instalaciones y construcciones y cuyo estado del suelo exigen para su utilización sin preocupaciones medidas de aseguramiento y saneamiento. (Ruiz, 2002: 1)

Re-habilitación: Estrategia de gestión urbana para recalificar una ciudad existente a través de múltiples intervenciones destinadas a valorizar su potencial social, económico y funcional a fin de mejorar la calidad de vida de las poblaciones residentes. Ello exige el mejoramiento de las condiciones físicas del parque construido a través de su rehabilitación, instalación de equipamientos, infraestructuras y espacios públicos y conservando así la identidad y las características del área de ciudad considerada. (Bossio, 2006)

Re-habilitación para suelos contaminados: Comprende un conjunto de procedimientos que, mediante la contención, retirada o destrucción de las sustancias contaminantes, permite la recuperación total o parcial de las funciones del suelo. El gran número de técnicas existentes puede agruparse en función de sus características de operación o finalidad. Así, según el objetivo del tratamiento, un grupo está formado por las tecnologías de inmovilización o contención de los contaminantes, mientras que otro comprende los diferentes tratamientos para eliminarlos, mediante su retirada que es lavado, extracción de vapores, arrastre con vapor, etcétera; o su transformación que incluye la incineración, la vitrificación, la biodegradación, etc. (Pérez, 2009)

Remediación de un sitio contaminado: Son las medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente, o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en la LGPGIR. La estrategia que se aplica en seguimiento de las disposiciones de la LGPGIR es que a través del Gobierno Federal se coordinan las etapas de la gestión con base en

acuerdos entre la federación, los estados y/o municipios en donde se encuentran dichos pasivos ambientales. Las etapas de gestión para la atención de estos sitios son la evaluación del sitio y registro en el Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO), la definición de sitios prioritarios a remediar, la aprobación de acuerdos interinstitucionales (SEMARNAT, Estados, Municipios y otras instituciones nacionales y/o internacionales), la obtención de financiamiento, la protección y salvaguarda del terreno, la elaboración de términos de referencia y licitaciones para estudios, obras y servicios y realización de licitaciones correspondientes, la caracterización del sitio, el estudio de riesgo ambiental, la definición de acciones de remediación de viabilidad técnica económica y los trabajos de remediación. (Lindell, 2010: 8)

Urbanización: Es la ampliación de la ciudad al entorno o a los márgenes de la ciudad (mudanzas y gestiones de construcción de casas). (Lindell, 2010: 8)

Reurbanización: Es el retiro del entorno o de las márgenes de la ciudad al centro (núcleo) de las ciudades (mudanzas y renovaciones de casas). (Lindell, 2010: 8)

Revitalización de un sitio contaminado: Es el restablecimiento de estructuras urbanas (edificios y servicios) funcionales que permiten un uso productivo (en un sentido amplio) en un lugar que antes se encontraba degradado y sin uso productivo, en lo que respecta a sus funciones. La meta de la revitalización de sitios contaminados es que dichos sitios se inserten en su entorno y funcionen como un conjunto junto con sus alrededores con la finalidad de mejorar las condiciones de vida y trabajo. (Lindell, 2010: 8)

Reutilización de sitios contaminados: es un sinónimo de revitalización de sitios contaminados. (Lindell, 2010: 8)

Renovación: Se refiere a la reparación de edificios con el fin de restablecer su funcionalidad y valor. (Lindell, 2010: 8)

Renovación urbana: en un sentido más amplio, son las acciones que se realizan para restablecer estructuras urbanas en un lugar o área inmersa dentro de una ciudad. Así, el término renovación urbana es un sinónimo para el término revitalización urbana. Según las demandas urbanísticas en una ciudad, la renovación urbana incluye por ejemplo la construcción de edificios, la ampliación de calles, la instalación de servicios como lo son líneas de conducción de datos, teléfono, electricidad, etc., sistemas de agua potable y de drenaje, pero también puede incluir la creación de espacios verdes y sanos, de espacios recreativos y espacios de uso común en la ciudad.

El interés público es fundamental y debe de estar presente durante la preparación de la revitalización de sitios contaminados, así como durante su realización. La revitalización de sitios contaminados incluye diferentes pasos y actores, que son la definición de las metas y de los objetivos de la revitalización del sitio, la planificación urbanística, establecer un plan urbanístico, la planificación arquitectónica y la construcción.

La revitalización de un sitio contaminado involucra, en muchos casos, la participación a un nivel estatal de las Secretarías de Desarrollo Social, la Secretaría de Obras Públicas y la Secretaría de Desarrollo Urbano. A nivel federal a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. A nivel local involucra a los propietarios de los terrenos y las dependencias municipales involucradas en la demolición o construcción o prestación de servicios. (Lindell, 2010: 9)

5.2 Sitios industriales contaminados

Los sitios industriales contaminados tienen su origen, principalmente, en procesos industriales y comerciales que dejaron materiales y residuos peligrosos en el terreno, que contaminan el suelo y/o las aguas subterráneas. La causa de la contaminación es el falso manejo y/o la disposición inadecuada de sustancias contaminantes, nocivas y peligrosas de actividades productivas, que hoy día está reglamentado por un marco regulativo ambiental para el manejo de residuos y emisiones. La remediación de sitios contaminados tiene alta prioridad, pues pone en riesgo la salud de los vecinos hasta de ciudades enteras cuando las sustancias peligrosas se infiltran a los mantos acuíferos. (SEMARNAT, 2000, 2003a, 2003b, 2004, 2005, 2006a, 2006b, 2006c, 2007)

En México, según datos del SISCO (Sistema Informático de Sitios Contaminados) de la SEMARNAT⁶ hasta diciembre de 2011 se han registrado 582 sitios clasificados como sitios contaminados por residuos peligrosos o actividades riesgosas. Existen ejemplos exitosos de remediación y revitalización de estos sitios, algunos ejemplos emblemáticos son:

- La ex Refinería 18 de Marzo, de PEMEX en la Ciudad de México, hoy Parque Bicentenario, contaminado con hidrocarburos.
- Cromatos de México, Tultitlán, Estado de México (acuífero en proceso de remediación), contaminado por Cromo VI.
- Los ex talleres de ferrocarriles FMN en Aguascalientes, Aguascalientes, contaminado por metales pesados.
- El paseo Santa Lucía (Parque Fundidora) de IMMSA en Monterrey, Nuevo León, contaminado por escorias, calcinas y granulares.
- El predio de Metales y derivados en Tijuana, Baja California, contaminado por metales pesados (se desconoce el uso posterior).⁷

Los ejemplos de Monterrey, Parque Fundidora y de México/Azcapotzalco, Parque Bicentenario se presentarán en los últimos capítulos.

⁶ www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/Materiales%20y%20Actividades%20Riesgosas/sitioscontaminados/sisco/sisco.pdf

⁷ Información de la GIZ, Programa Gestión Ambiental Urbana e Industrial, Componente Remediación Sitios contaminados, 2012

Para la remediación y revitalización de sitios contaminados todavía no existe un marco jurídico en México en un nivel federal, se refiere a la Ley General del Equilibrio Ecológico y a la Protección al Ambiente (Congreso de la Unión, 2013c) y a la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos, artículos 68, 69 y 70 (Congreso de la Unión, 2013b). No obstante, se publicó en 2010 el *Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados* de la SEMARNAT, que guía, direcciona y ordena las acciones que el Gobierno Federal y los actores públicos y privados involucrados emprendan para identificar, prevenir y revertir la contaminación de los recursos naturales en el país. (SEMARNAT, 2010: 49)

En el diagnóstico del programa, las autoridades ambientales destacan las principales causas de la contaminación y del abandono: la carencia, antes de 2004 y en particular de 1988, de un marco regulativo en la generación y disposición de residuos peligrosos sin control ni vigilancia, la complicada situación jurídica en lo referente a la posesión o propiedad de muchos sitios; el cierre de operaciones y actividades y el crecimiento urbano desordenado; todo ello condujo a que en el cierre de operaciones se abandonaran sitios altamente contaminados, en especial aquellos donde están presentes grandes cantidades de residuos tóxicos.

Según el artículo 5, fracción 40 de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGIR), dentro del concepto de sitios contaminados se pueden distinguir dos tipos: los causados por emergencias ambientales cuya atención se da rápidamente y los sitios contaminados denominados pasivos ambientales con grandes dimensiones y problemas complejos causados por el uso industrial del suelo por muchos años y/o un mal manejo de materiales y residuos peligrosos durante largos periodos de tiempo y que por lo regular no han tenido atención alguna.

El gobierno federal plantea una estrategia basada en el principio de “quien contamina paga”. Con una inversión de mil 403 millones de pesos para los próximos cuatro años, las autoridades establecieron algunas metas entre las que destacan: finalizar el levantamiento de información de los sitios contaminados en todo el país en el mismo periodo, remediar los sitios contaminados identificados y categorizados como los más prioritarios en el país, contar con los recursos necesarios para efectuar la remediación de los sitios contaminados prioritarios, la renovación urbana y prevenir la generación de sitios contaminados de alto riesgo y contar con un sistema de calidad en los servicios en la materia. (Cruz, 2009)

5.3 Definición de terrenos baldíos

La investigación refiere dos definiciones corrientes en los Estados Unidos y Alemania para terrenos baldíos (Tomerius, 2000):

Brownfield: Una superficie abandonada y sin uso, en la cual contaminaciones reales y sospechadas dificultan su reutilización.

Brachflaeche: Una superficie abandonada y sin uso, en la cual pueden existir o no contaminantes reales los cuales dificultan su revitalización.

El debate internacional de la revitalización de terrenos baldíos se dirige principalmente a terrenos industrializados y abandonados, en muchos casos con suelos contaminados. La tesis incluye en este debate los sitios de los rellenos sanitarios clausurados, pues tienen características similares con los terrenos baldíos y los sitios contaminados. No se pueden considerar como herencia de usos productivos sino resultado del post-uso de procesos productivos, donde se acumulan sus desechos, que pueden ser domésticos, comerciales, industriales, con características contaminantes hasta peligrosas pero también con características de reciclamiento mecánico, químico o energético.

La reactivación de terrenos baldíos es un proceso cíclico que incluye planeación, uso, abandono y finalmente la reintegración. Este proceso no sólo es interesante desde la perspectiva medioambiental también satisface pretensiones económicas y necesidades sociales. (Preuß y Ferber, 2006: 4)

El fenómeno de abandono de los terrenos urbanos empezó en las grandes urbes europeas y estadounidenses al principio de los años ochenta con la transformación de megaciudades y ciudades como sitios productivos e industriales en nudos globales de comunicación e información; así como en centros financieros y de servicios (Sassen, 2007). El abandono y sub-uso de terrenos baldíos urbanos y céntricos con posteriores usos industriales, militares o de infraestructura (por ejemplo ferrocarriles o torres eléctricas)⁸ atraen afectos negativos en términos económicos, ambientales y sociales, tanto a los alrededores de los posteriores sitios productivos, así como a la imagen urbana en general.

5.4 Tipificación de terrenos revitalizados

Procesos de revitalización que se implementaron en los Estados Unidos y Europa a partir de los años ochenta podían reactivar todos los tres componentes (económico, ecológico, social) que fomentan un desarrollo urbano sustentable: con el reuso del terreno para usos mixtos de comercio y vivienda se podían densificar las ciudades en lugar de expandirse⁹, se crearon zonas verdes urbanas y nuevos ecosistemas urbanos¹⁰, se mejoró el contexto ambiental como urbano. Considerando aspectos económicos, se implantaron nuevos centros tecnológicos (IBA-Emscher Park, Alemania) y viviendas de alta calidad (Tübingen / Alemania) lo que aumentó la calidad y el valor del terreno, de la zona y el entorno. Se crearon e instalaron más actividades

⁸ Definición de la *Environmental Protection Agency*: "Abandonados, baldíos o sub-usados industriales o comerciales instalaciones donde una expansión o un re-desarrollo es complicado por la real o la percibida contaminación."

⁹ Ejemplo de densificación en Alemania: *Barrio Francés* en Tuebingen. (Sachs, 2001)

¹⁰ Por ejemplo, en Toronto, Canadá se crearon varios parques sobre antiguos sitios contaminados. (Sousa, 2003: 182)

económicas, culturales y deportivas al nivel local, que benefician también al clima social¹¹. Con el desarrollo de un nuevo proyecto al nivel local y de barrio se ofreció también la oportunidad de reintegrar a la población marginada y fomentar la participación ciudadana, que contribuye tanto a la vida y al tejido social, a la economía local y al mantenimiento y cuidado de espacios públicos y verdes.

Los terrenos baldíos se pueden dividir según el Centro Alemán de Urbanismo en diferentes tipos, según su grado de contaminación y ubicación, que genera desde interés hasta presión inmobiliaria sobre el terreno (invasión de construcción) o se sub-usa y se abandona.

Se presentan los tres tipos¹² de posibles desarrollos:

Proyecto tipo A “Terreno autosustentable”

Los proyectos se pueden autofinanciar, por ejemplo se dejan optimizar por medio de una planeación de uso integral de suelo y de planeación de regeneración así como por medio de ganancias que genera la planeación (*profit project*).

Proyecto tipo B “Terreno en desarrollo”

Estos proyectos se caracterizan por estar cerca de ser un proyecto de ganancia (casi *profit project*). Los proyectos solamente son realizables con un apoyo público para la remediación y/o la rehabilitación del terreno por medio de un financiamiento inicial y/o la distribución de riesgos entre inversionistas o desarrolladores privados y fundadores públicos; eso, por ejemplo, por medio de una Relación-Pública-Privada (PPP). Riesgos más grandes deben ser aceptados cuando la relación inversión/ganancia (*cost/profit*) es casi pareja.

Proyecto tipo C “Terreno en reserva”

Estos proyectos son en su mayoría del sector público o de municipios, realizados por medio de fondos públicos o instrumentos legislativos específicos. Se trata de terrenos ya sea muy contaminados, o alejados de la dinámica del desarrollo urbano y del interés inmobiliario. Proyectos de regeneración a corto o medio plazo no pueden esperar a que funcionen sin soporte. Precios bajos del suelo, extensos costos de reactivación y frecuentemente altas concentraciones de suelos contaminados son las causas principales para que este tipo de proyectos no sean viables.

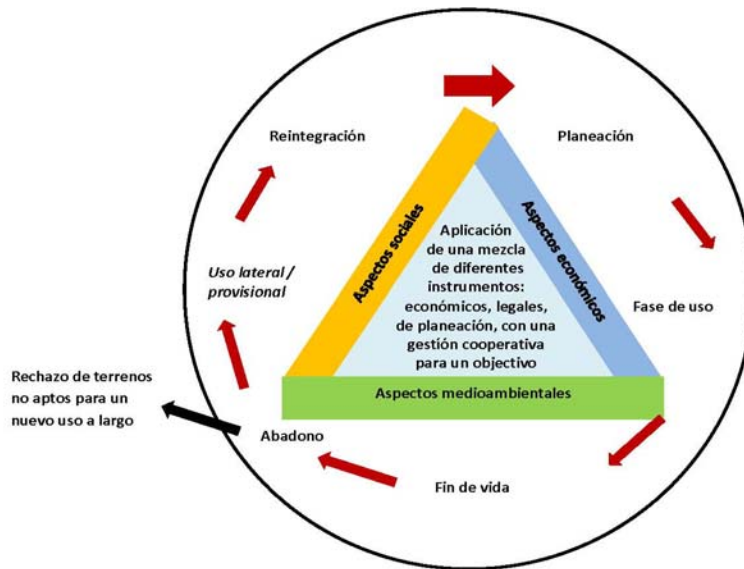
5.5 Conceptos para la revitalización

En este apartado se describen conceptos de interés, sin embargo, no se retoman en el análisis ya que el enfoque de la tesis corresponde al desarrollo de indicadores.

¹¹ Ejemplo transformación de la mina de carbón *Zollverein, Zeche Essen* en un sitio cultural. (Stiftung Zollverein, en línea)

¹² El Centro Alemán de Urbanismo clasifica en 3 tipos para proyectos de revitalización de terrenos baldíos. La clasificación se ajustó a las condiciones de México.

Figura 9: Ciclo de reintegración de terrenos baldíos



Fuente: Elaboración propia con base en "Fläche im Kreis" de Preuß y Ferber, 2006: 5

5.5.1 Ciclo de revitalización

Enseguida se presentan conceptos de Alemania para la revitalización de terrenos contaminados, se toman como ejemplos para desarrollar un concepto propio para la revitalización de los sitios clausurados de residuos sólidos urbanos adaptados a las condiciones mexicanas.

En Alemania se generó la discusión con la aparición de terrenos contaminados con la decadencia de la zona industrializada en la región minera de Rhur (DAC & Cities, en línea) y se realizaron y documentaron diversos ejemplos de saneamiento de suelos contaminados y de su reintegración en un contexto y uso urbano.¹³ Publicaciones internacionales (Schälder, 2011; Wedding y Crawford-Brown, 2007; Thornton et al, 2007) analizan tecnologías y costos del tratamiento o saneamiento (remediación) de terrenos baldíos y sus beneficios en su contexto urbano.

Se desarrollaron software e instrumentos para calcular los costos y gestionar proyectos¹⁴, así como para medir los beneficios de los proyectos de revitalizaciones¹⁵.

¹³ Institutos de Investigación de Reciclamiento de terrenos baldíos (Altlasten und Flächenrecycling): Centre for Applied Geoscience, University of Tübingen y DIFU-Deutsches Institut für Urbanistik.

¹⁴ SMART- Sustainable Management Approaches and Revitalization Tools.

¹⁵ Análisis de Ciclo de Vida: LCA Application in site remediation y "Integrated assessment model".

Los conceptos de Alemania tienen como objetivo la reintegración de los terrenos baldíos a un *ciclo de reuso de suelo urbano (Flaechenkreislaufmanagement)*, lo que implica un concepto holístico que considera aspectos económicos, sociales y medioambientales.

Los terrenos reactivados pueden ser típicos terrenos baldíos como terrenos abandonados industriales o militares, terrenos no usados en forma de “inter-espacios” entre terrenos construidos, terrenos urbanos en reserva o aún no desarrollados, y terrenos urbanos de infraestructura sin construcción, o terrenos abandonados, como representan los rellenos sanitarios clausurados.

La reintegración de los terrenos baldíos se define por un ciclo de reuso que aspira a reintegrar el suelo en un uso común de los suelos urbanos.

Después de la fase de uso llega el terreno a su fin de ciclo o ***fin de vida*** para ser abandonado. En los mejores de casos, y según la norma para disposiciones finales de RSU, primero debe ser clausurado, lo que implica el saneamiento del sitio; después de su clausura (según la norma o fuera de la norma) se abandonan. En este momento puede ocuparse el terreno con usos laterales y/o provisionales, a los cuales pertenecen por ejemplo la ocupación con estacionamientos, con tianguis o con construcciones provisionales, hasta en casos emergentes con asentamientos irregulares. Si el sitio no se queda en buen saneamiento y/o bajo control, igual sigue la disposición clandestina de desechos, como por ejemplo de escombros.

El ***abandono*** de los terrenos ocurre en condiciones que no permiten un reuso, por ejemplo por la mecánica y las condiciones de subsuelo (mucha sedimentación¹⁶), por la presencia de basura abierta con apariencia de lodos, lixiviados y otros contaminantes agresivos, o la ubicación en barrancas no urbanizables. En cuanto se abandonan, este tipo de terrenos salen del ciclo de reuso por la imposibilidad de urbanizarlos.

Con la ***reintegración*** del terreno empieza una idea y visión para el terreno a nivel local, considerando las condiciones y necesidades de la zona o delegación, hasta al nivel metropolitano donde influyen aspectos más integrales y complejos (por ejemplo la necesidad de nuevas áreas de construcción versus áreas verdes en toda el área metropolitana).

Para la ***fase de planeación*** se necesita de un principio de consenso para poder generar una gestión de desarrollo urbano completa e integral, que tenga el mismo objetivo y por medio de la integración de los múltiples diferentes actores. Para la planeación se conforma una mezcla de instrumentos jurídicos, económicos y de desarrollo urbano.

¹⁶ Sedimentación f. Acción y efecto de sedimentar o sedimentarse.

Geol. Proceso de formación de sedimentos, correlativo de la erosión, y con esta, el fenómeno más general e importante de cuantos se estudian en geodinámica. (RAE, 2010)

Se analizan y aplican diferentes instrumentos jurídico-administrativos como normatividades, reglamentos y programas en las tres entidades federativas. Se investiga la situación actual y la necesidad futuro de fuentes económicas (Estudios de Mercado) y las opciones económicas como de bienes y raíces, aumento de valor de uso, subsidios, etc. El Plan de Desarrollo Urbano determina las posibilidades de planeación, así como permite definir futuros objetivos y estrategias en cuanto al uso de suelo, infraestructura urbana y suministro y aprovechamiento de recursos en forma de materia y energía. Los aspectos económicos, medioambientales y sociales influyen y determinan la toma de decisiones y los tipos de uso para y durante todo el ciclo de vida de un terreno, que puede ser desde el abandono hasta la revitalización del terreno baldío.

5.5.2 Fases del proyecto

Según el *Start-Up Plan*¹⁷ de la Secretaría Alemana de Educación e Investigación, un proyecto de revitalización y reintegración contiene tres fases: La fase de visión, la fase de preparación/planeación y la fase de implementación.

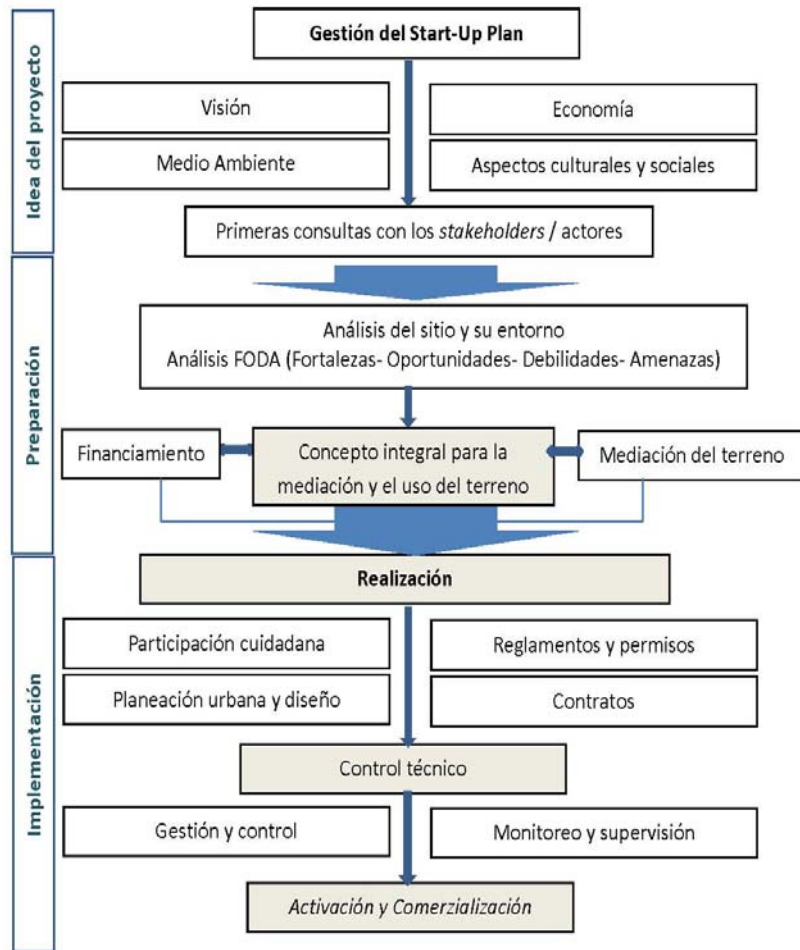
Enseguida se explica en qué forma se pueden ejecutar las tres fases en México y qué condiciones locales y factores específicos deben considerarse en cada una de las fases.

Fase de visión

- Se buscan los diferentes actores para crear foros de discusión, consultas públicas, campañas de publicidad y difusión para generar ideas sobre cómo se puede revitalizar el sitio clausurado de RSU.
- En la discusión interdisciplinaria e intersectorial, que gestiona un mediador neutral y profesional se incluyen factores medioambientales, sociales, culturales y económicos para desarrollar una visión en común.
- Se forman y definen los grupos interesados y sus diferentes intereses: de salud y bienestar común, intereses económicos (por ejemplo aprovechamiento de biogás), usos recreativos, vecinos del terreno, inversionistas, constructores y operadores del futuro terreno, instancias federales correspondientes y el municipio y sus departamentos (Salud, Medioambiente/Ecología, Educación, Parques y áreas verdes, Desarrollo Urbano).
- Se define el primer acuerdo y una estrategia de participación en el proceso de planeación y realización del proyecto entre estos actores involucrados.

¹⁷ El *Start-Up Plan* se concibió entre 2000 y 2005 por la Secretaría Alemana de Educación e Investigación como parte de un proyecto de revitalización de terrenos baldíos y se aplicó de un grupo de trabajo interdisciplinario y bilateral entre EEUU y Alemania en cooperación con la Agencia de Protección del Medio Ambiental (*U.S. Environmental Protection Agency EPA*)

Figura 10: Fases de un proyecto de revitalización de terrenos baldíos



Fuente: Elaboración propia con base en el StartUp Plan

Fase de preparación y planeación

- La preparación inicia con una análisis profundo e integral del sitio y su entorno, estudios de la contaminación ambiental, estudios urbanos del entorno (datos demográficos y socioeconómicos, equipamiento e infraestructura, vialidades y zonas verdes disponibles, etc.).
- Después se aplica el instrumento FODA: Se analizan las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas que impactan en la toma de decisiones para revitalizar el sitio. Se discuten los impactos multidisciplinarios sobre el terreno bajo diferentes escenarios en el futuro, y a su vez, desde el terreno hacia su entorno.

- Se efectúan estudios técnicos: Un estudio de remediación del sitio (en diferentes variantes y con los costos correspondientes) y un estudio financiero que incluye todos los riesgos y gastos de la remediación y de la revitalización, así como las probables ganancias (apoyos y recursos externos, concesiones, ventas, rentas, aprovechamiento de biogás, participación en un proyecto de Mecánica de Desarrollo Limpio. El estudio financiero describe también diferentes escenarios de propiedad y administración e incluye el mantenimiento para el futuro terreno y sus instalaciones.
- Al fin de la segunda fase se define la idea para el *Concepto Integral para la Remediación y el Uso del Terreno* con base en los resultados del estudio técnico, del estudio financiero y de la denominación de los actores, las competencias y responsabilidades correspondientes para las diferentes fases del proyecto.

Fase de implementación

- La realización del proyecto integra la planeación urbana y la participación ciudadana, ambos elementos ayudan y siguen acompañando durante todo el proceso de realización en forma creativa y regenerativa, con un órgano ciudadano de supervisión y control continuo.
- Se procesan y trabajan todos los reglamentos y los permisos necesarios para cumplir a plena satisfacción con la parte jurídica y administrativa.
- Se definen todos los contratos y los servicios por contratar (expertos técnicos, consultores, etc.) y qué actores internos colaborarán a mediano y largo plazo con que contratista/empresa para garantizar un mantenimiento y transmisión interna de todos los conocimientos en los diferentes campos y de la experiencia de todo el proceso de la revitalización.
- El proyecto se realiza con una instancia prioritaria de control técnico, este control incluye dos sectores: gestión y control de las obras de remediación y revitalización, así como el monitoreo y la supervisión.
- La fase de realización termina con la activación del nuevo activo ecológico y la comercialización de los activos económicos.

5.6 Aspectos transdisciplinarios en el desarrollo del proyecto de revitalización

Como ya se ha mencionado en los conceptos y fases del proyecto, deben de considerarse y desarrollarse aspectos transdisciplinarios para garantizar una gestión integral y exitosa del proyecto de revitalización. Enseguida se enlistan los aspectos a trabajar en cinco disciplinas:

- Aspectos técnicos
- Aspectos jurídicos
- Aspectos urbanos

- Aspectos organizativos
- Aspectos económicos y de rentabilidad

Aspectos técnicos para determinar la situación del sitio

- Investigación histórica: Historial del sitio, su uso, actores futuros y actuales, herencias e impactos positivos y negativos (contaminación), e infraestructura existentes en el terreno.
- Evaluación del subsuelo: Estudios geohidrológicos, mecánica de suelos, volumen y composición de residuos y elementos dañinos, análisis de cuerpos de agua y mantos acuíferos afectados.
- Volúmenes por sanear, mover y por sellar. Mecanismos, tecnologías y costos para el saneamiento.
- Análisis y estudios de costo-beneficio para otros tipos de aprovechamientos y/o post-usos del suelo: potencial de riesgo, tratamiento de lixiviados, potencial de reciclaje mecánico de residuos enterrados (por ejemplo llantas), potencial y aprovechamiento energético.

Aspectos jurídicos para el saneamiento y la revitalización

Condiciones jurídicas del sitio:

- Derecho público: Responsabilidad civil por daños ambientales y por órdenes judiciales.
- Derecho administrativo: Cargas legales, autorizaciones, trámites, licencias, obligaciones y beneficios fiscales.
- Derecho privado: Responsabilidad civil por daños a terceros.

Normas, obligaciones y autorizaciones para el saneamiento y la revitalización:

- Cumplimiento de la norma para la clausura de rellenos sanitarios NOM-083-SEMARNAT-2003.
- Cumplimiento de las normas para sitios contaminados: NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-133-SEMARNAT-2000, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, NOM-141-SEMARNAT-2003, NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, NMX-AA-132-SCFI-2006, NMX-AA-134-SCFI-2006, NMX-AA-141-SCFI-2006, PROY-NMX-AA-105-SCFI-2007.
- Desalojo de residuos y escombros, riesgo futuro restante en el terreno del tiradero.
- Saneamiento del sitio, sus sustancias y materias contaminantes o/y peligrosas.
- Reciclamiento de residuos sólidos y líquidos, aprovechamiento de biogás.
- Revitalización que incluye construcciones temporales, a cielo abierto y creación de zonas verdes y áreas naturales.

Aspectos urbanos

Normatividad:

- Administración urbana, departamentos y sus responsabilidades (organigrama).
- Reglamentos, programas y apoyos para la recuperación de terrenos baldíos y la creación de áreas verdes al nivel federal, estatal y municipal.
- Planes de Desarrollo Urbano como instrumento local para la gestión de suelos.

- Reglamentos de construcción al nivel local.

Aspectos del desarrollo urbano para determinar las condiciones del sitio:

- Fisionomía urbana y zonificación.
- Datos demográficos y socioeconómicos.
- Distribución de usos de suelo.
- Equipamiento y servicios, infraestructura urbana (agua, energía, residuos).
- Estructura vial: Conectividad, viabilidad, sistemas de transporte.
- Situación ambiental y problemática.

Aspectos organizativos

- Definir los actores y los procesos: Definir tomadores de decisiones y sus responsabilidades.
- Definir las competencias jurídicas, técnicas, de planeación y de control de costos.
- Definir las asesorías externas, los actores y las personas internas que colaboran a largo plazo.
- Incluir la población local con campañas de información transparentes y mesas de trabajo.
- Desarrollar con todos actores conceptos de uso futuro viable al nivel local.
- Elaborar el Plan General, definir el objetivo, las partes de los proyectos, los subproyectos, el orden de su ejecución y los tiempos y costos para cada una de las fases/proyectos.
- Incluir la Certificación de Calidad de Gestión (ISO 9000) y Certificaciones ambientales (ISO 14000).

Aspectos económicos y de rentabilidad

- Análisis del mercado local inmobiliario.
- Análisis de valor arquitectónico-urbanos del terreno y de sus alrededores.
- Análisis de valor y del daño ambiental y estudio de costos para el saneamiento.
- Análisis de costos e ingresos por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio, proyectos NAMAS (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación) y la venta de Bonos de Carbono.
- Investigar posibles deducibles fiscales.
- Investigar el impuesto predial y su posibilidad e impacto por la modificación del cambio de uso del suelo.
- Elaborar el cálculo de rentabilidad del proyecto y la viabilidad económica (Estudio de costo-beneficio, incluidos todos factores transversales y multidisciplinarios).

6 Mecanismos de Desarrollo Limpio y programas en México

Fotografía 7: Medición de gases en Bordo Poniente



Fuente: Elvira Schwanse

6.1 Emisiones: captación y aprovechamiento energético en rellenos sanitarios

Varios estudios sugieren que la recuperación de biogás en el sector de los rellenos sanitarios, en particular del metano, representa una buena oportunidad para contribuir a los objetivos del Protocolo de Kioto y a la sustentabilidad de los países en vías de desarrollo. De acuerdo con estudios internacionales, un metro cúbico de biogás se genera a partir de 5 a 10 kg de residuos sólidos con un 50 % de materia orgánica, que resulta en una mezcla de gases compuesta por un 45 a 60 % de metano, 40 a 60 % de dióxido de carbono (CO₂), 2 a 5 % de nitrógeno, 1 % de oxígeno, pequeños volúmenes de amoníaco, monóxido de carbono, hidrógeno y otros gases traza.” (Bitrán & Asociados, 2006: 3)

En términos de contaminación ambiental, los sitios de disposición final de RSU pueden causar efectos

- a) Por la fauna nociva que puede proliferar.
- b) Por la infiltración de contaminantes en forma de lixiviados¹⁸ a los subsuelos y mantos acuíferos.
- c) Por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano (CH₄) y bióxido de carbono (CO₂).

“Los tres principales GEI de origen antropogénico son el bióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Por su capacidad para retener radiación infrarroja, y por lo tanto para potenciar el efecto invernadero en la atmósfera, un gramo de metano equivale a 21 gramos de bióxido de carbono en una escala de tiempo de 100 años, mientras que un gramo de óxido nitroso equivale a 310 gramos de bióxido de carbono. A la suma ponderada de estos tres GEI se le llama bióxido de carbono equivalente (CO₂eq) y permite comparar fuentes con emisiones de gases diferentes. Se le llama CO₂eq porque el CH₄ y el N₂O se calculan en su equivalente de CO₂ de acuerdo con el potencial de calentamiento de estos gases.”

SMA, 2005

“Bajo condiciones anaeróbicas, la descomposición de la materia orgánica genera biogás, por lo que la recuperación y disposición final (neutralización o uso) del metano contenido en el biogás de este tipo de instalaciones reduce emisiones de GEI, que de otra manera se elevarían a la atmósfera. Por otro lado, debido al poder calorífico del metano que contiene, el biogás puede utilizarse como combustible¹⁹ para la generación de energía y remplazar el uso de fuentes más contaminantes y de mayor impacto global, desplazando así fuentes generadoras de GEI.”

¹⁸ Lixiviados: Líquidos producidos durante la descomposición de los residuos orgánicos y por la percolación de agua de lluvia o freática.

¹⁹ El biogás tiene un poder calorífico de 4,550 Kcal/m³

6.2 Captación de metano y su transformación en energía renovable

Fotografía 8: Sistema de captación de gases



Fuente: Elvira Schwanse

El primer paso en el manejo y control de las emisiones de un relleno sanitario es la recolección de los gases generados por medio de un sistema de captación con una red de pozos verticales o zanjas horizontales que se distribuyen en la superficie de clausura del relleno. Los gases captados se conducen mediante colectores a una o varias estaciones de extracción forzada y de ahí a unidades de combustión, ya sea para su quema atmosférica o bien para aprovecharse en la generación de energía eléctrica, de vapor o algún método combinado.

La cantidad de biogás en un relleno depende principalmente de:

- La cantidad de residuos depositados,
- El porcentaje de la fracción orgánica de los residuos,
- Presencia de nutrientes e inhibidores,
- La humedad de los residuos y el manejo de los lixiviados,
- Condiciones climáticas (temperatura, precipitación, etc.) y topográficas,
- Grado de compactación y permeabilidad de cubierta final,
- Edad de los residuos.

El biogás es una mezcla de gases compuesta básicamente por:

Metano, CH₄: 40-50 % en vol.

Dióxido de carbono, CO₂: 30-60 % en vol.

Ácido sulfhídrico, H₂S: 1-5 % en vol.

Mercaptanos, siloxanos: composición variable

H₂ y otros: composición variable

Poder Calorífico Interno: 4.500kcal/Nm

(CONAMA – Congreso Nacional de Medio Ambiente, Grupo HERA, Juan Antonio Fornieles, 2006)

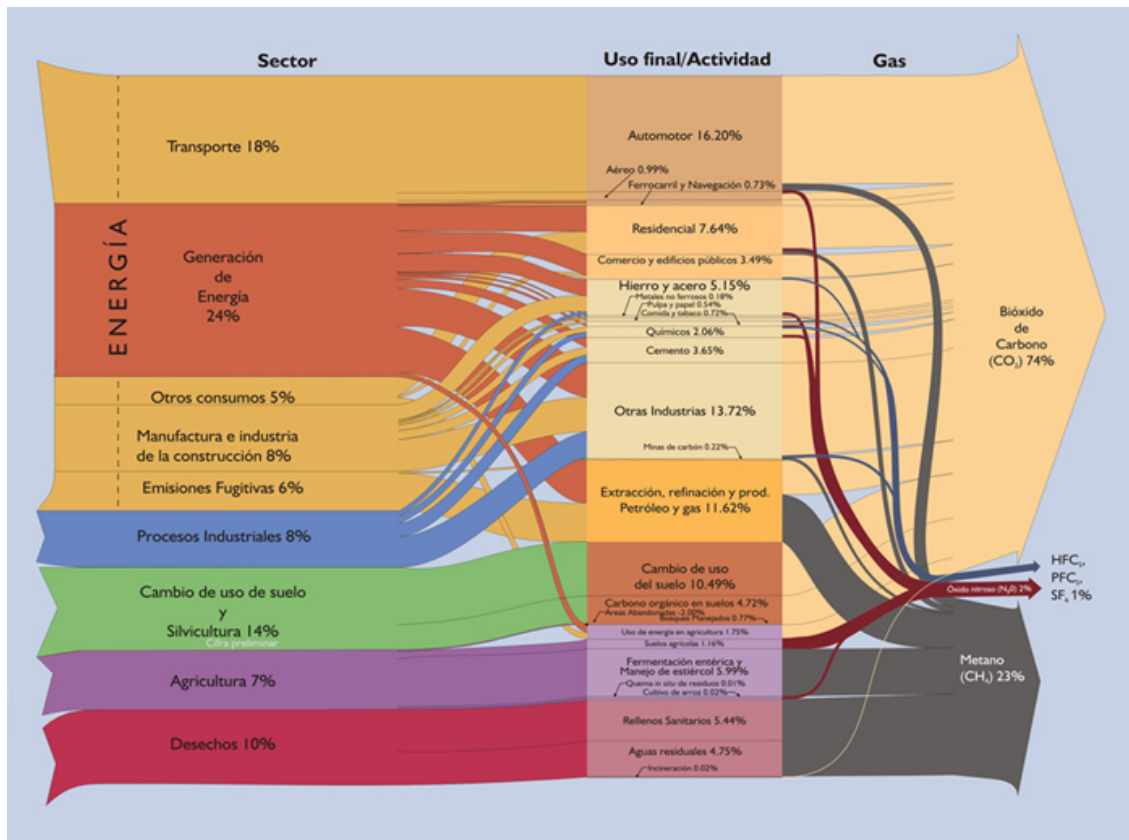
El proceso de biodegradación se puede dividir en cinco etapas cuya duración depende de las condiciones de operación del relleno y los factores anteriormente mencionados. Típicamente es posible captar entre 50 % y 80 % de los gases que se generan; su aprovechamiento es cercano al 60% de lo que se capte durante los primeros 10 años y 35 % para los siguientes 10 años (Bitrán & Asociados, 2006: 10). El aprovechamiento energético del biogás generado produce beneficios ambientales en dos vertientes: permite la captura de GEI que de otra forma se liberarían a la atmósfera y permiten reemplazar fuentes de energía más contaminantes, en especial por combustibles de origen fósil.

La reducción de las emisiones que potencialmente podrían haberse generado se puede certificar para comercializarse como CERs (por las siglas en inglés de certificados de reducción

de emisiones, comúnmente conocidas como “bonos de carbono”); adicionalmente, el gas o la energía generada pueden destinarse a abastecer redes urbanas de gas o electricidad.²⁰

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC) podría alcanzar una reducción total de emisiones anuales en 2012 de alrededor de 51 millones de toneladas de CO₂eq, como resultado de acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo y desechos.

Figura 11: Emisiones de CO₂ por sector en México



Fuente: SEMARNAT, Cambio climático, 2012 [en línea]

En México los desechos contribuyen con aproximadamente 10 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): los desechos líquidos (aguas residuales) con un 4.75 % y los rellenos sanitarios con un 5.44 %.

En el contexto mundial, México contribuye con alrededor del 1.6 % a las emisiones globales de GEI, que en el 2006 fueron 715 millones de toneladas de CO₂ equivalente (Mt CO₂eq). En el rango de países emisores, México se ubicó en 2009 en la posición número 15, con emisiones de 643 millones de toneladas de CO₂. (Angulo, 2009)

²⁰ La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) de 2011 refiere en los artículos 7 y 14 las condiciones, acuerdos y tarifas entre productores privados de energías renovables, la CRE (Comisión Regularía de Energía) y la CFE (Comisión Federal de Electricidad).

6.3 Protocolo de Kioto y Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Como signatario del Protocolo de Kioto y ratificado como país no incluido en el Anexo I, a México se le permite el comercio de CERs en los proyectos de mitigación registrados. Se han creado fondos gubernamentales y privados para apoyar el desarrollo de proyectos vinculados al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que permitan emitir CERs.

El MDL representa un instrumento económico que permite comercializar CERs en un mercado internacional para reducir los GEI. En el Anexo I del protocolo de Kioto se determinan los países en vías de desarrollo que pueden manejar proyectos de reducción de GEI y que, dentro de proyectos bilaterales, pueden ser apoyados por países industrializados, sobre la base de que todas las emisiones de GEI se distribuyen al nivel global pero es económicamente más eficiente desarrollar proyectos para su reducción en países en vías de desarrollo, donde son menores los costos de reducción de estas emisiones. Los proyectos participantes como MDL deben certificar la reducción de emisiones mediante monitoreo y sus CERs se pueden comercializar en diferentes mercados. Cada CER equivale a una tonelada de emisiones reducida, que se calcula en CO₂ equivalente (véase Tabla: Gases de Efecto Invernadero), el valor por tonelada oscila actualmente entre 10 y 15 euros/t.²¹ (ONU, 1998: 13-15)

Todavía son pocos los sitios de disposición final en México que participan en proyectos de MDL. La razón de ello se encuentra en los diversos requisitos que se deben cumplir: Primeramente estos sitios deben cumplir con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003, iniciando por el saneamiento del sitio, antes de poder optar por aplicar una tecnología que permita la captación y el aprovechamiento del biogás. En segundo lugar, son elevados los costos del análisis para determinar el potencial para generar biogás y energía, además que el procedimiento para lograr beneficios derivados del MDL también es elevado.

6.4 Convenios y programas en México para la reducción de emisiones

En la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992 los países firmantes asumieron compromisos para estabilizar y reducir la cantidad de CO₂ existente en la atmósfera. En 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, en que las partes que lo suscriben acuerdan que los países desarrollados se comprometen a reducir, en el período 2008-2012, sus emisiones de GEI en 5,2 % con respecto a los niveles de 1992. Se establecieron tres mecanismos para estos fines: el comercio de emisiones, la Implementación Conjunta y el MDL. (ONU, 1992b, 1998)

Se instalaron varios fondos para asistencia técnica y financiera a proyectos de reducción de GEI y de producción de energía alterna como el Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial, el Programa Latinoamericano del Carbono y el FOMECA (Fondo Mexicano de energía alternativa) que administra por la SEMARNAT y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC).

Por parte del Gobierno Federal de México se desarrolló el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), con el objetivo indicativo o meta de reducir en un 50 % sus emisiones de GEI al 2050, en relación con las emitidas en el año 2000. Este programa incluye objetivos y metas nacionales vinculantes en torno a la mitigación y adaptación para el periodo 2009-2012.

²¹ Existen diferentes Bolsas de Carbono al nivel global que publican constantemente el valor de los CERs. El precio de los CERs para un proyecto de MDL depende también del grado de avance del proyecto.

Como meta “M28” en el rubro de los desechos, se planearon 29 proyectos para reducir o eliminar emisiones de GEI en rellenos sanitarios con una mitigación de 7.56 Mt CO₂eq entre los años 2008-2012. (CICC, 2009)

En el campo de los residuos sólidos y rellenos sanitarios, la SEMARNAT publicó el *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2008-2012*, en cuyas líneas de acción se mencionan como objetivos el aprovechamiento de los residuos (con la estrategia de las 3R: Reducir, Re-usar, Reciclar), la clausura y el saneamiento de tiraderos a cielo abierto, la formulación de nuevos proyectos para reducción de GEI, así como proyectos para inscribir como MDL y la obtención de bonos de carbono. En el Anexo 7 del Programa están listados los *Proyectos MDL para Rellenos Sanitarios y el Sector Pecuario*, con cerca de 4.5 Mt de emisiones de CO₂ que pueden reducirse anualmente, sólo por medio de proyectos en rellenos sanitarios.

Fotografía 9: Producción de electricidad con biogás del relleno sanitario en Monterrey



Fuente: El regio [en línea]

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos reconoce que los desechos constituyen una de las fuentes principales de emisiones de GEI, por lo cual, todas las medidas que se prevén para el adecuado control, tratamiento y disposición final de los residuos deben contribuir a evitar o reducir las emisiones de GEI. (SEMARNAT, 2008)

La SEMARNAT promovió mediante un acuerdo con la Secretaría de Hacienda, la creación del Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR) para fomentar y favorecer los proyectos vinculados al MDL. Los objetivos del FOMECAR son identificar y promover actividades de reducción de emisiones de GEI, ofrecer apoyo financiero a desarrolladores de proyectos y realizar operaciones de compraventa de CERs. Este fondo es administrado y operado por el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT), sociedad nacional de crédito que opera como institución de banca de desarrollo del comercio exterior mexicano y coordina los apoyos financieros y de garantía del gobierno federal destinados a esta actividad. (CICC, 2006)

Con el biogás que producen actualmente los residuos sólidos confinados en los últimos cinco años, sería posible desarrollar una capacidad de generación eléctrica cercana a los 80 MW e incorporar 16 MW adicionales con los residuos que, año con año, se estarán acumulando en los rellenos existentes. De esta forma, a lo largo de diez años la capacidad total de generación eléctrica podría ascender a 240 MW. En el caso de que todos los residuos actualmente producidos fueran confinados en rellenos sanitarios, la capacidad de generación eléctrica por

medio del biogás resultante podría llegar a los 400 MW para todo el país. (Arvizu y Huacuz, 2003)

En México, el único relleno sanitario con experiencia en la producción de electricidad es Salinas Victoria, en Monterrey. Se trata de un proyecto de autoabastecimiento eléctrico, donde el organismo operador del relleno sanitario (SIMEPRODE) y la empresa Bioeléctrica de Monterrey (conformada por un consorcio mexicano, inglés y costarricense) constituyeron una sociedad de autogeneración junto con las empresas consumidoras de la energía producida, entre ellas la empresa concesionaria de los servicios de agua y drenaje de la ciudad de Monterrey.

El relleno tiene una superficie de unas 100 ha donde se confinaron 15 millones de toneladas de residuos sólidos. Cuenta con 465 pozos de los que se extraen 7,800 m³/h de biogás y con doce moto generadores con una capacidad total de 12.7 MW que producen cerca de 100,000 GWh por año,²² los cuales además alimentan parcialmente la red de alumbrado público de los siete municipios de Monterrey, el metro y oficinas e instituciones gubernamentales. Para el año 2010 se planeó una ampliación de la planta eléctrica a 16.9 MW para alcanzar a largo plazo una capacidad de 25-30 MW. La reducción de las emisiones de CO₂ por año es de 413,000 t.²³ El proyecto se hizo acreedor a un financiamiento de 5 millones de dólares por parte del Fondo Mundial para el Medio Ambiente gestionado a través del Banco Mundial.

²² 100,000 GWh o 100 millones de kWh producidos por año equivalen al consumo energético de 25 mil casas de interés social por año.

²³ La cantidad equivaldría a dejar de emitir gases similares al retirar más de 150 mil automóviles de la circulación

ANTECEDENTES

7 Distrito Federal y Residuos Sólidos Urbanos

Fotografía 10: Recolección de Residuos Sólidos Urbanos



Fuente: Elvira Schwane

7.1 Historia de los residuos y su disposición final en la Ciudad de México

7.1.1 Manejo de la basura en Tenochtitlán

Figura 12: Diosa Toci, patrona del aseo general



Fuente: Arts & History México [en línea]

En el pueblo de México el concepto de limpieza se reforzaba con varias deidades, como la diosa Toci “patrona del aseo general”. Cuya fiesta se celebraba en la veintena de Ochpaniztli, cuando todo mundo barría las hozas, palacios, templos, calles, caminos, cerros, ríos, lagunas, y todo cuanto fuera motivo de aseo; el montañés se hacía cargo de los alrededores de su choza; el ribereño, de porción de río cercana a su habitación; el costero, de un tramo de playa. La limpieza de la ciudad generaba una gran actividad económica: era fuente de empleo de un buen número de macehuales, de jóvenes estudiantes y de gente pobre. (Mateos, 1993: 199)

Una forma de deshacerse de los residuos domésticos consistía en enterrarlos en patios interiores, darlos a los animales como alimento o elaborar con ellos un género de abono, mezclándolos con hierbas secas y estiércol, actividad de gran relevancia para disponer los residuos de las letrinas públicas. La limpieza de calles y avenidas estaba asociada a la de los canales mediante el dragado sistemático y la recolección y transporte mediante canoas de los excrementos humanos que se extraían de las letrinas. Estos desechos se llevaban a las chinampas para abonar la tierra, o al mercado al fin de venderlo como material para curtir pieles de animales.

Asimismo, se generaba un importante volumen de desechos inertes derivados de la construcción de templos y casas, para lo cual utilizaban cantidades importantes de cal, arena, piedra y mezclas específicas. Igualmente, las actividades manufactureras originaban desechos de metales como cobre y plomo, residuos de diversas piedras y de otros materiales como caracoles, barro y espejos, por citar solo algunos. Los restos anatómicos humanos generalmente se incineraban. Desde el punto de vista urbano, la limpieza de la ciudad presentaba grandes retos: la superficie por atender comprendía una extensión aproximada de mil hectáreas de un terreno lacustre formado por canales y terraplenes que constituían las calles, avenidas y vías de comunicación acuáticas. Esta situación demandaba una sólida organización para realizar actividades de barrido, lavado y dragado. (Álvarez y López, 1999: 26-28)

A su llegada los españoles no estaban fascinados tan sólo con la belleza y el lujo de la capital azteca, sino también con su limpieza. Los informes dicen que bajo el poder de Moctezuma Xocoyotin no había ni un almacén en la ciudad, pues comerciar era permitido exclusivamente en los mercados. Por lo tanto nadie comía en la calle ni se abandonaban los restos en la calle. Se cuenta que la ciudad era tan limpia que se podía caminar descalzo por las calles sin ensuciarse los pies. Los habitantes de Tenochtitlán estaban por lo tanto acostumbrados a limpiar sus casas, calles, patios y cuartos con el mismo esmero de su higiene personal.

Existía incluso una fiesta, en la cual la ciudad entera, desde los templos hasta los asentamientos de chozas humildes se sometían a una limpieza general. Más de 1,000 hombres, entre los cuales también se encontraban nobles, realizaban diariamente la limpieza de las calles con felicidad y orgullo. El manejo azteca de los residuos era sobresaliente. Los residuos orgánicos y los excrementos humanos eran vaciados sobre balsas especiales para este fin y se cubrían con tierra; así se obtenía un magnífico fertilizante y se podía combatir a la vez la escasez de áreas cultivables. Algunos residuos también se quemaban para iluminar la ciudad de noche. (Álvarez y López, 1999: 26)

Los conquistadores asediaron en 1521 la gran ciudad de Tenochtitlan, que cayó el 23 de agosto. Para entonces la ciudad lucía devastada, cubierta por los restos de la batalla. El hedor de sangre y la multitud de cadáveres en las calles, en las acequias y en las plazas, convertían el gran asentamiento mexicano en un muladar invadido por un enjambre de moscas. La caída de Tenochtitlan representó no solo la destrucción de la ciudad y sus dioses, sino el rompimiento del equilibrio ecológico casi perfecto que había alcanzado la sociedad mexicana entre la naturaleza y su urbanización, que contaba con entre 500,000 a 1'000,000 de habitantes dentro de un sistema lacustre en medio del altiplano.

7.1.2 Periodo post-azteca hasta post-revolucionario (1521-1824)

Con el desarrollo de la colonia de la Nueva España se eliminaron muchas de las costumbres y normas precedentes y se planteó una nueva ciudad de estilo europeo, que eliminó el antiguo equilibrio entre urbanización y naturaleza. Esto trajo consigo catástrofes hidrológicas y calamidades relacionadas con los precarios servicios sanitarios y las plagas.

Los conquistadores no tenían las costumbres de limpieza e higiene personal, casera y del entorno del pueblo mexicano, y tampoco existía la reutilización de desechos. Toda la cuestión de la limpieza urbana se transformó en un "sucio" asunto público que se ignoró o se relegó como trabajo inferior para los conquistados: los indígenas. La administración española reclutó mano de obra indígena de forma obligatoria y virtualmente sin paga para la construcción de obras y atención de servicios públicos, que incluían limpieza de calles, acequias y el desagüe.

En 1522, bajo la autoridad de Hernán Cortés, se confirmaron los primeros ordenamientos para la Ciudad de México que reglamentaron dos funciones principales: la impartición de la justicia y las actividades de administración y policía, ambas eran responsabilidades de los regidores españoles. En el lapso de un siglo se aumentó el número de regidores de doce a veinte. El regidor tenía funciones del orden público dentro de la traza urbana, así como las relativas a la limpieza, el empedrado y la iluminación de calles y plazas. Para la atención de los servicios públicos se contaba con celadores, vigilantes, guardafaroleros, barrenderos y trabajadores para el desagüe. No obstante, no se logró establecer un servicio regular de aseo y recolección de desechos. La limpieza pública se volvió una situación riesgosa para la salud y el bienestar de los habitantes y la administración pública reaccionó a esta situación precaria con el establecimiento de multas.

1524: Basura fuera de control

Varios de los ordenamientos emitidos en la época cuentan acerca de la situación que la limpieza pública guardaba en este siglo: en 1524 entra en vigor la obligación de mantener limpios y bardeados los solares; en 1526 se dicta un decreto para evitar la acumulación de

basura ante las puertas de las casas y en el interior de las mismas, así como evitar que se lanzase agua sucia o restos putrefactos a las calles. Ese mismo año se prohibió el tránsito de cerdos por las calles de la ciudad para evitar los desechos de animales en la vía pública; en 1528 se prohibió arrojar animales muertos en los canales, solares y calles; también un decreto de ese año mandó corregir el empedrado de los frentes de las propiedades para evitar encharcamientos y acumulación de basura; en 1531 se ordenó que se tirase la basura únicamente en lugares señalados; en 1537 se prohibió verter basura en los caños. Para 1538 se prohibió arrojar basura, inmundicias, tierra ni otra cosa alguna en la Acequia Real, en especial a quienes vivían cerca de ella; y en 1540 se ordenó barrear las casas para impedir que los desperdicios afectaran los drenajes. En 1581 se insistió en que los dueños de los solares los limpiaran y los barrieran, bajo pena de perder la propiedad. (Torales, 1994)

En 1531 el ayuntamiento señaló tres lugares donde se debía depositar la basura de los habitantes: uno en el camino de Tlatelolco, pasando Santa Domingo; el segundo en la laguna detrás de las casas de Andrés Tapia y Mancilla; y el tercero a espaldas de las casas de Pedro Solís. En 1570 se promulgó otra norma relativa a que se depositaran los desechos en la laguna cercana a la construcción de la iglesia mayor para rellenar el suelo donde faltaban cimientos fijos, y en 1581 se pide depositar todo de material extraído de las acequias y otro tipo de basura vegetal en muladares fuera del centro.

Para enfrentar el problema de la basura, que era cada vez mayor, se crearon en 1591 las oficinas del *diputado de limpia* y del *diputado de carretones*; en 1596 ya existen 18 de estas oficinas.

En 1629 ocurrió por primera vez una inundación de proporciones catastróficas para la ciudad, ocasionada por las ineficientes obras de desagüe y diques: en los siglos posteriores y hasta hoy en día la ciudad es susceptible de sufrir este tipo de catástrofes debido a la infraestructura inadecuada, basada en la eliminación de las lagunas naturales y el manejo de la totalidad del drenaje sanitario y las aguas pluviales mediante canales y un sistema de drenaje profundo, potencialmente insuficiente para una cuenca que carece de salidas naturales. En 1654 se nombraron dos alcaldes ordinarios para llevar a cabo las tareas de saneamiento, principalmente las de dirigir la recolección de lodos y escombros de las calles y acequias, así como la limpieza de las calles más importantes.

En la última década de siglo XVII se emitieron importantes ordenamientos para cambiar la fisonomía de la capital de la Nueva España, no sólo con medidas para mejorar su funcionalidad e imagen, sino para modificar los hábitos y costumbres de los habitantes, que se habían afianzado a lo largo de los 300 años del virreinato y que afectaban fundamentalmente a la limpieza e higiene de la ciudad. Sin embargo, no tuvieron efecto inmediato dado que la población no consideraba las condiciones de suciedad como un problema serio y no atendía las indicaciones para depositar los desechos únicamente en los sitios señalados. Además de lo anterior, el sistema de limpia abarcaba solamente a las zonas donde vivían los españoles, mientras que los barrios de la población indígena no eran atendidos.

1723: Tarifas

A partir de 1723 un nuevo bando estableció anunciar al recolector de basura con una campana y obligó a los dueños de negocios y carretoneros llevar su basura a los tiraderos indicados, mientras que a los habitantes se les asignó el barrido de las calles. En 1780 se rescindieron todos los contratos de servicios de limpia por los pésimos resultados observados y se nombró a una comisión para ese fin. En 1789 el nuevo reglamento de limpia describe la ciudad como *“excesivamente llena de escombros, lodazales, aguas corrompidas, inmundicias, imperfecciones, hoyos y batideros que ocasionan el inminente riesgo de una infección y una suma incomodidad para todo vecino que transita por sus calles.”* Se prohibió tirar todo tipo de basura en la calles y se reglamentó la disposición de animales muertos y otros desechos generados en las calles y plazas públicas por los diferentes giros económicos como zapateros, fruteros, etc. Se introdujo una tarifa que cada casa debía pagar por recolectar sus desechos domésticos y se establecieron horarios fijos para que los mozos de limpia entrasen a los patios de las casas para recogerlos, previo almacenamiento en el interior, en lugar de tirarlos a la calle. La remuneración de este servicio no ocasionó rechazo. (Torales, 1999)

1790: Licitación y Privatización de la Recolección

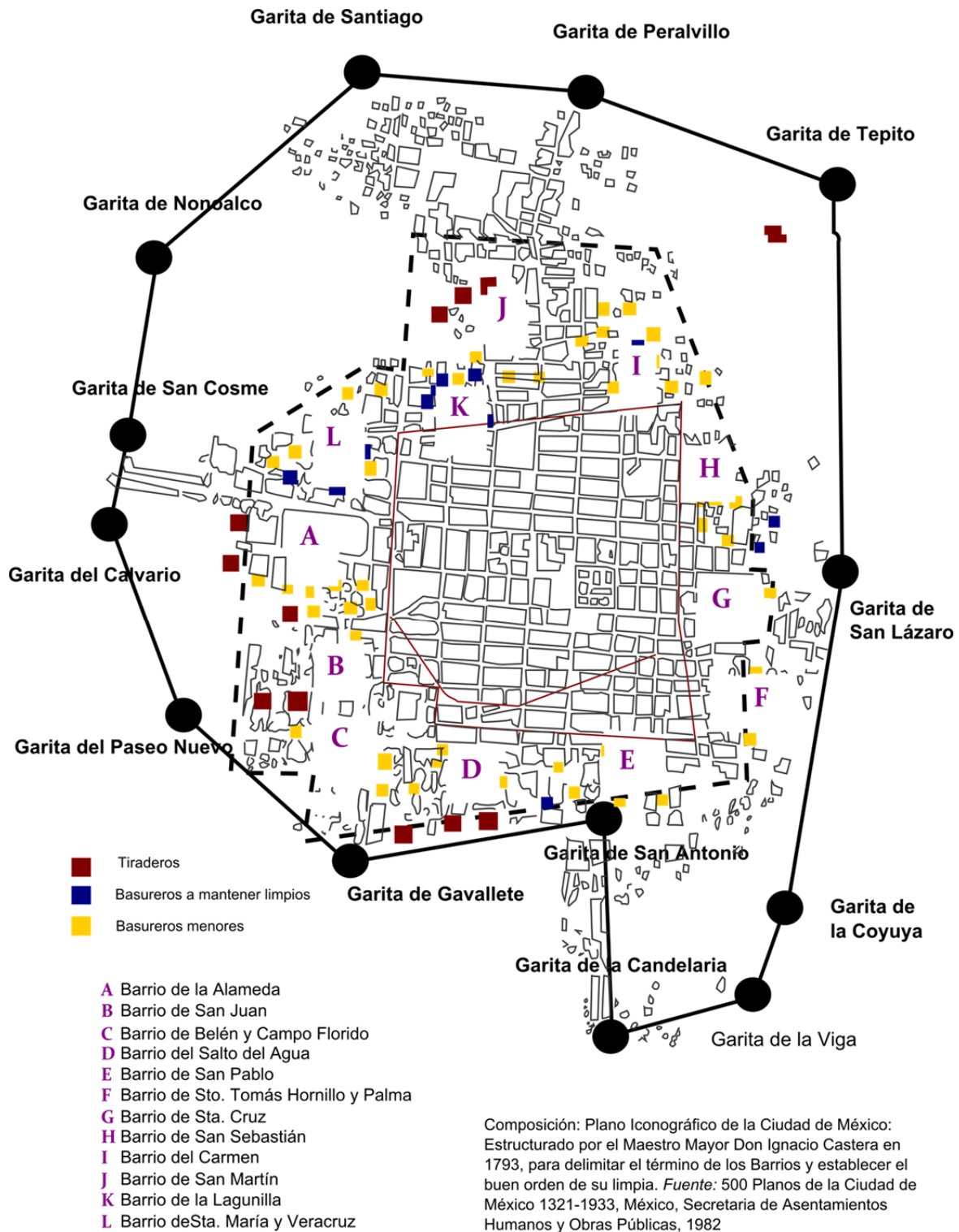
El ordenamiento de 1790 constituyó un importante conjunto de lineamientos para el servicio de limpia, en el que la tarea de realizarlo se hizo recaer en la población, dado que el ayuntamiento tenía poca capacidad para brindar el servicio, por motivos que iban desde la escasez de carros de recolección hasta la imposibilidad de ubicar los tiraderos fuera de los límites de la ciudad. Estos problemas operativos en el servicio de limpia influyeron en que se introdujera como segunda posibilidad, además del convencional encargo a la policía de esta responsabilidad, la opción de contratar a terceros. En general se prefería la contratación porque *“podrá estrecharse a un contratante de distinto modo al cumplimiento de los que estipule, habrá más economía en el gasto porque cesará el monopolio indispensable de los subalternos y se excusará el embarazo y ciudadano que trae consigo a la misma policía cuando está a su cargo por administración.”* (Torales, 1999)

El principal tiradero era Puente de las Guerras, aparte de otros dos tiraderos, todos se consideraban por estar cerrados (pero no cerraban). Los nuevos tiraderos que se propusieron eran El Caballero y el del Puente de Santa Cruz que permitían un trayecto más corto en el camino al tiradero de San Lázaro. Los arrabales indígenas quedaron fuera del alcance del servicio de limpia de la ciudad, a no ser para alojar ahí los tiraderos de basura de la época.

Sin embargo, instrumentar estas medidas implicaba serios problemas. Mantener limpios los barrios significaba en primera instancia quitar los tiraderos que se ubicaban allí. Según el mapa de Ignacio Castera²⁴ se ubicaban fuera de la ciudad 14 grandes tiraderos, 63 menores y 17 a mantener limpios.

²⁴ Mapa de Ignacio Castera 1793, en: 500 planos de la Ciudad de México 1321-1933, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México 1982

Figura 13: Ubicación de los tiraderos en 1793 en la capital de la Nueva España, hoy Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia con base en mapa de Ignacio Castera
 Quinientos planos de la Ciudad de México,
 Secretaría de asentamientos Humanos y ObrasPúblicas, México,1982

7.1.3 República, revolución, modernización: 1824-1930

En 1824, con la recién formada República, la Ciudad de México se transformó ya como Distrito Federal en la sede de los poderes de la nueva nación. A partir de 1854 el Ayuntamiento del Distrito Federal era nombrado por las autoridades superiores del país y en la capital se concentraron los poderes políticos, públicos, religiosos y del comercio; su jurisdicción se extendía a una superficie habitada de unos 30 km² en la que había aproximadamente 200,000 hab.

Fotografía 11: Sistema de recolección de desechos domésticos



Fuente: Archivo, DGSU

La Constitución de 1875 determinó la división de la República en Estados y en el Valle de México se constituyó al Distrito Federal. Para agilizar la administración éste se dividió en 8 cuarteles mayores y 32 cuarteles menores, cada cuartel a cargo de un regidor o inspector, las manzanas a cargo de un subinspector y las aceras de un ayudante de policía.

Nuevos reglamentos

A partir de 1865, durante la invasión francesa, la ciudad recibió gran apoyo con nuevas calles y avenidas, mejor alumbrado público y medidas orientadas a mejorar la seguridad y la salud pública. Comenzaron las obras del gran canal del desagüe y a la construcción de las vías ferroviarias del país, con lo que se dio inicio al transporte público. Administrativamente, el Ayuntamiento del Distrito Federal tuvo hasta 40 comisiones, entre ellas las de limpia, obras públicas, alumbrado, aguas, mercados, etc. No obstante, el problema de la suciedad persistió de tal forma que se propuso en 1859 que el ayuntamiento se encargara de la limpieza general de toda la ciudad.

En 1881 se emitió el Reglamento Interior de la Administración de Limpia, que especificaba las atribuciones y funciones de los responsables del servicio y separaba la participación del ayuntamiento de la acción privada de los vecinos. En 1881 se publicó el primer *Código Sanitario* del país, por el cual el servicio de aseo se transfirió de la Comisión de Policía a la Comisión de Limpia. En 1899 se publicaron los nuevos reglamentos para la contratación del barrido, riego y transporte de residuos en las vías públicas de la Ciudad de México.

En 1887 se manifestaba la existencia de un solo tiradero en Santa Cruz Acatlán (a unos 200 metros de la Plaza de la Constitución) y otro de uso nocturno en San Lázaro, cerca del canal San Lázaro, aunque se supone que existían otros más de forma no oficial.

Riesgo de epidemia por basura

Las autoridades sanitarias manifestaron una gran preocupación por el problema que generaba el depósito de desechos fuera de las zonas establecidas para ello, debido al alto número de fallecimientos que se presentaban y que podían llegar a constituir una epidemia. El Consejo Supremo de Salubridad especificó que una de las principales causas de las enfermedades que afectaban sobre todo al aparato respiratorio se debía a las grandes cantidades de polvo y basura que había en las calles. Se consideró instalar un incinerador para

los residuos de mercados, establos y mataderos, pero la idea no se realizó por los elevados costos de adquisición y operación.

En 1910 la ciudad tenía una tasa de crecimiento de un 2.5 % y 470,000 habitantes; la Comisión de Limpia contaba con un equipo de: 6 carros de ruedas, 1 carro recogedor, 92 recogedores, 86 palas, 63 regaderas, 134 cepillos de raíz, 6 carretillas, 5 carros recogedores y 14 animales de tiro. Para el servicio de limpia se contaba con 107 carros para el día y 42 para la recolección nocturna, tirados por 54 mulas y se disponía de 107 atalajes. (AMCRSPAC, 1993: 16)

Fotografía 12: Entrega de desechos en disposición final, siglo XX



Fuente: Archivo, DGSU

A partir de 1924 se empezó a utilizar el tiradero de Santa Cruz Meyehualco. Para 1938 había cuatro tiraderos más; uno cercano al actual Monumento a la Raza; otro en la parte alta de Tacubaya; el de Dos Ríos, donde ahora se encuentra la colonia Del Valle; y otro en la Magdalena Mixiuhca, cerca del actual Palacio de los Deportes.

En 1930 la Oficina de Limpia y Transporte de la Dirección General de Obras Publicas reportó la recolección diaria de 500 a 600 toneladas de residuos, que se trasladaban a uno de los siete sitios de disposición final existentes, que eran: La Jarana, Dos Ríos, Cuatro Vientos, El Peñón, La Magdalena Mixiuhca, El Atorón y La Modelo.

Se creó el que llegaría a ser el tiradero más grande, Santa Cruz Meyehualco, en el pueblo Santa María Aztahuacán, al oriente de la ciudad. Estos sitios representaron una permanente preocupación, tanto por la problemática sanitaria como por la pepena que ahí se practicaba.

7.1.4 Expansión urbana, industrialización, modernidad: 1930-2000

En las siguientes dos décadas tuvo lugar una intensa explosión demográfica por la inmigración a la Ciudad de México; la mancha urbana y su industrialización crecieron continuamente, debido a ello la ciudad empezó importar agua. En cada delegación existía un tiradero, entre ellos: Cuatro Vientos, La Magdalena Mixiuhca, La Jarana (cuyo cierre se consideraba por la cercanía a centros habitacionales), El Atorón, El Peñón, La Modelo, Catarina, Bramaderos, Los Ríos, Naticas, Independencia y Pedregal.

En 1941 se promulgó el *Reglamento para el Servicio de Limpia del Distrito Federal*, en el que se consideraron dos soluciones: a) reciclar o industrializar la basura por ser uno de los problemas de contaminación para el suelo, aire y agua y; b) apartar los tiraderos lo más posible de la ciudad, por ejemplo, transportando los residuos por ferrocarril a una distancia considerable de sus límites. En la primera vertiente se otorgó una concesión para industrializar residuos en tres plantas ubicadas en Tetepilco, Azcapotzalco y Balbuena, con el fin de crear un sistema de control sobre el manejo de los desechos y de invertir las ganancias de la industrialización en el mejoramiento del servicio de limpia. Sin embargo, al año siguiente las plantas dejaron de operar.

Entre 1941 y 1946 se recolectaban entre 800 y 1,000 toneladas de desechos cada día, se construyeron hornos incineradores en los mercados y algunos edificios habitacionales para quemar los desechos y mejorar la situación de higiene. Se publicaron las primeras campañas de difusión por medio de anuncios en cine, prensa y radio para estimular la población de colaborar en la limpieza y el manejo adecuado de sus desechos. Este manejo se controla mediante 92 inspectores y en 1946 se levantaron 36,150 infracciones (116 multas por día). (Álvarez y López, 1999: 111)

En 1934 se creó, durante la presidencia de Lázaro Cárdenas, el *Sindicato de Limpia y Transportes* que posteriormente se transformó en el más grande y poderoso “Sindicato Único de Trabajadores del Gobierno del Distrito Federal” (que en 1999 agrupaba 125,000 miembros). A partir de 1936 las oficinas del Servicio de Limpia que dependían de la Oficina de Obras Públicas pasaron a formar parte de la Dirección General de Servicios Generales, que contaba con 2,500 trabajadores. (Córdova, 1974)

Para 1948 se recolectan un promedio de 2,000 toneladas de residuos por día y en 1951 se sustituyeron los últimos carros recolectores de tracción animal por camiones, que alcanzaron las 224 unidades.

En 1958 se abrió en el poniente de la ciudad el tiradero de Santa Fe, sobre un terreno de siete hectáreas donde hay barrancas de 50 metros de profundidad; para 1962 había aproximadamente 3,000 familias de pepenadores que trabajaban y vivían en ese tiradero. (Castillo, 1983)

Tiraderos fuera de control, primeros proyectos gubernamentales: 1970-1990

A principios de los años sesenta se creó la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) del Distrito Federal, de la que dependía la oficina de Recolección de Desechos Sólidos, cuya jurisdicción abarcaba todo el DF. Al final de la década desapareció esta Dirección General, que surgió nuevamente en la primera mitad de los años ochenta, aunque con atribuciones más acotadas. Se modificó el marco legal del Distrito Federal de modo tal que los servicios de limpia se descentralizaron hacia las 16 delegaciones políticas y la ciudad se dividió en 30 sectores para la prestación de dicho servicio.

Existían dos tiraderos principales para la Ciudad de México: Santa Cruz Meyehualco, que recibía 6,400 toneladas diarias (un 67 % de los desechos recolectados) y Santa Fe, que recibía 2,500 toneladas (26 %); además existían los tiraderos del Cerro de la Estrella y algunos otros como San Mateo Nopala y Tarango. Para manejar y controlar las aproximadamente 9,500 toneladas diarias de desechos, el entonces Departamento del Distrito Federal comenzó con los primeros proyectos y obras importantes de infraestructura para residuos sólidos, entre los que se cuentan las iniciativas para construir plantas de composta, estaciones de transferencia y plantas de reciclaje.

Los tiraderos provocan una constante fuente de malos olores, de contaminación del subsuelo y los mantos acuíferos, de fauna nociva y sufren incendios accidentales y provocados (para disminuir los desechos acumulados). Los desechos se acumulan en profundas barrancas o en montañas de basura, los tiraderos están a lado de zonas habitacionales o colindan con la zona urbana. Las vías públicas sufren un déficit en la recolección y los tiraderos representan un riesgo a la salud pública.

La marginalización de los pepenadores y la situación de los tiraderos se vuelven un problema social y político. Los líderes de los gremios de pepenadores consolidan fuertemente su poder e influencia política, social y económica, y hay aproximadamente 5,000 familias de pepenadores que trabajan y viven dentro de los tiraderos, sin intervención por parte de las autoridades. Es en esta época que el dirigente de la Unión de Pepenadores, Rafael Gutiérrez Moreno, llamado el “rey de la basura”, controla miles de pepenadores en los tiraderos de Santa Fe y Santa Cruz Meyehualco e interviene en la política local.

En 1974 se inauguró la Planta San Juan de Aragón como la primera Planta Industrializadora de Desechos Sólidos (PIDS) en América Latina, con tecnología que le permitiría alcanzar una capacidad de diseño para tratar 500 toneladas diarias de residuos a fin de producir composta y recuperar material reciclable como cartón, papel, vidrio, metales, plásticos y hueso. Entre los años de 1974 a 1979 esta planta recibía un promedio de 130 toneladas al día. Sin embargo, posteriormente dejó de operar por problemas de eficiencia y rentabilidad.

Clausura de tiraderos

Para la década de los años 1980, en la Ciudad de México existían cerca de 25 mil tiraderos clandestinos y numerosos tiraderos a cielo abierto, como Santa Cruz Meyehualco, San Lorenzo Tezonco, Santa Fe, Tlalpan, Tláhuac, Milpa Alta, Cerro de la Estrella, Bordo Xochiaca y Santa Catarina.

Aunque ya desde 1940 se hablaba de rellenos sanitarios, no fue sino hasta 1984, después de un notorio incendio en Santa Cruz Meyehualco, cuando el gobierno de la Ciudad de México decidió clausurar los grandes tiraderos oficiales, combatir los clandestinos y establecer la disposición final de residuos sólidos mediante rellenos sanitarios.

En 1984 inició el saneamiento y clausura del tiradero en Santa Cruz Meyehualco, que posiblemente llegó a ser el tiradero más grande del mundo en su tiempo, con 150 hectáreas donde se depositaron unos 45 millones de toneladas de residuos a lo largo de 40 años. Los residuos se conformaron y cubrieron con tepetate, se perforaron pozos para venteo del biogás y el sitio recibió el nuevo nombre de *Parque Cuitláhuac*. También se clausuró el segundo tiradero más grande, Santa Fe, con 60 hectáreas (actualmente denominado Alameda Poniente), así como los tiraderos de Bordo Xochiaca (actual Alameda Oriente), San Lorenzo Tezonco, Tlalpan, Tláhuac y Milpa Alta. De los antiguos tiraderos, únicamente Santa Catarina permaneció en operación “regularizada” hasta el año 2000. En total se sanearon unas 300 hectáreas para transformarlas en parques y áreas verdes.

Nuevas instalaciones y rellenos sanitarios para el DF

En 1984 el Distrito Federal seleccionó dos sitios para la construcción de rellenos sanitarios: “Bordo Poniente”, inicialmente de 135 hectáreas ubicadas en la zona federal del antiguo Lago de Texcoco, y “Prados de la Montaña”, que se localiza muy cerca del viejo tiradero de Santa Fe, desde donde se trasladaron los pepenadores del antiguo sitio

Fotografía 13: Nueva planta “San Juan de Aragón”



Fuente: Servicio de limpia de la Ciudad de México

dado que se les permitió la pepena controlada durante el día en el nuevo relleno sanitario, para por la noche cubrir los residuos. Para 1991, los residuos sólidos del Distrito Federal se disponían en tres rellenos sanitarios: Bordo Poniente, Prados de la Montaña y Santa Catarina. Prados de la Montaña y Bordo Poniente se diseñaron con criterios constructivos y ambientales específicos para rellenos sanitarios, mientras que Santa Catarina se consideraba como tiradero controlado.

La destrucción causada en la Ciudad de México por el sismo de 1985 generó cerca 1.5 millones de toneladas de escombros, que en gran parte se depositaron en la primera etapa de Bordo Poniente (conocida como zona GAM, de aproximadamente 30 hectáreas) y también en Bordo Xochiaca, sitio que se clausuró y saneó con el nombre de Alameda Oriente.

En 1989 se publicó el *Reglamento para el Servicio de Limpia del DF*, que sustituyó al reglamento precedente que databa 1942. En 1991 se autorizó el Programa Metropolitano para el Control de Residuos Sólidos, que involucraba la coordinación entre las autoridades del Estado de México y el Distrito Federal. El Programa definía cinco zonas de atención que abarcaban 17 municipios conurbados y se planeó para cada una de ellas la construcción y operación de un relleno sanitario regional, así como Centros Integrales de Aprovechamiento de Residuos Sólidos. Sin embargo, la idea de los rellenos regionales enfrentó diversas formas de oposición y los planes no se llevaron a cabo.

Entre 1992 y 1996 se construyeron casi simultáneamente tres Plantas de Selección y Aprovechamiento de Residuos Sólidos en Bordo Poniente, San Juan Aragón y Santa Catarina. Para la operación se incorporó a las asociaciones de pepenadores como parte de los convenios sociales para el cierre de los antiguos tiraderos donde laboraban. Al inicio, las plantas recuperaban un 13 % de los desechos, pero posteriormente su eficiencia alcanzaba máximos de un 8 % debido a las condiciones de mercado para los materiales reciclables, algunos aspectos técnicos operativos y los altos costos de operación y mantenimiento, que corrían a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

Después de ocho años de operación, en 1994 se clausuró el relleno sanitario Prados de la Montaña aplicándole criterios de diseño tomados de las normas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que rigen en el estado de California. Esto se debió a convenios celebrados por el DDF con desarrolladores inmobiliarios contiguos al sitio, a la alta plusvalía de la zona y a que en esos momentos no existía aún una Norma Oficial Mexicana aplicable al caso.

Estas acciones se consideraron en su momento un avance significativo para la ingeniería sanitaria y ambiental en la Ciudad de México.

Con el cierre de Prados de la Montaña, los únicos destinos para los residuos sólidos del Distrito Federal fueron el relleno sanitario Bordo Poniente y el sitio de disposición final Santa Catarina, que en conjunto recibieron de septiembre de 1999 a agosto de 2000 un total de 3.4 millones toneladas.

En 1999 la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), en colaboración con las autoridades locales, realizó el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México. Su informe final aportó por primera vez la información más completa y actualizada disponible en su momento en cuanto al sistema de manejo de los desechos del Distrito Federal.

A partir de una de las recomendaciones de este estudio, se construyó en 2001 la Planta de Compostaje de Bordo Poniente, con un capacidad de diseño inicial para 200 toneladas diarias de residuos orgánicos procedentes de la sección de frutas y hortalizas de la Central de Abasto y que posteriormente se amplió como una estrategia para reducir la cantidad de residuos que requiere disposición final y prolongar la vida útil de Bordo Poniente.

En 2000 se efectuó el cierre definitivo del sitio de disposición final Santa Catarina, aunque la Planta de Selección de Residuos que le es contigua permanece en actividad hasta la fecha, y de hecho es la de mayor capacidad instalada y mejores índices de eficiencia respecto a las otras dos que operan a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

7.2 Gestión actual y composición de los RSU (2006-2012)

**Fotografía 14: Tiradero de Chimalhuacán,
Estado de México**



“Los rellenos sanitarios y los tiraderos a cielo abierto pueden considerarse como verdaderos reactores bioquímicos.”

Agenda XXI DF de 2004

Fuente: Astrid Erhard-Pérez Castro, 2006

En el año 2010 la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)²⁵ generó cerca de 21,000 toneladas²⁶ de residuos sólidos cada día, que se trasladan y depositan en alrededor de 45 sitios de disposición final oficiales; 12 de ellos son de gran capacidad, ya que reciben entre 300 y 2,000 toneladas al día. Además, en varios de los municipios conurbados del Estado de México se cuenta con sitios de disposición final considerados como medianos o pequeños que operan bajo su propia administración, ya sea de forma controlada o no controlada.

7.2.1 El camino de los RSU en el Distrito Federal

Según la Secretaría de Obras y Servicios, en el Distrito Federal se recolectan y barren por día 10,760 toneladas de residuos domiciliarios con diferentes procedimientos y varios tipos de vehículos. Las 16 delegaciones cuentan en conjunto con cerca de 2,115 camiones para el servicio público de limpia que, al final de sus respectivas rutas, trasladan los residuos recolectados a 13 *Estaciones de Transferencia* que opera la DGSU. Estas instalaciones son puntos intermedios que permiten establecer un sistema más eficaz para el transporte de los residuos entre sus áreas de recolección y su destino final, pues reducen la distancia de los viajes de los vehículos recolectores y con ello su tiempo de recorrido, así como el número de unidades necesarias. Las estaciones cuentan con rampas por las que ascienden los recolectores hasta tolvas bajo las cuales se colocan tracto camiones cuyas cajas tienen capacidad para aproximadamente 20 a 22 toneladas de residuos, mismas que se llenan con el contenido de cuatro o cinco camiones recolectores. Estos tracto camiones transportan los residuos las tres *Plantas de Selección* o directamente al sitio de disposición final, que hasta 2011 era únicamente *Bordo Poniente*, donde hasta 2010 se recibían aproximadamente 12,000 toneladas al día. (GDF, 2007: 60)

²⁵ La Zona Metropolitana de la Ciudad de México está compuesta por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 41 municipios conurbados.

²⁶ Estimación propia.

Fotografía 15: Pepenador en el DF, 2005

En la recolección de residuos domésticos y comerciales se *pre-pepenan*²⁷ los materiales reciclables de valor comercial por parte del propio personal del servicio de limpia de las delegaciones, ya sea antes que lleguen a los vehículos de recolección o dentro de éstos. En esta actividad también participan algunos recolectores independientes del sector informal. Generalmente, los materiales recuperados se entregan a los camiones para su venta en diversos puntos de comercialización y las ganancias se comparten entre el chofer, sus asistentes (uno o dos, también empleados del servicio de limpia) y los voluntarios que acompañan el camión. El chofer del vehículo se considera como su virtual propietario y es el líder de un equipo de trabajo, quienes pueden llegar a pagarle de manera informal por el derecho de *pre-pepenar*.



Fuente: Elvira Schwanse

La venta de los materiales reciclables, separados por tipo, se realiza a compradores formales e informales de los Centros de Acopio que se ubican en los propios barrios donde se hace la recolección (locales de compra de papel, vidrio, etc.) o en diferentes establecimientos ubicados a lo largo de las rutas de los vehículos hacia su destino final que son las Estaciones de Transferencia, e incluso en el exterior de éstas.

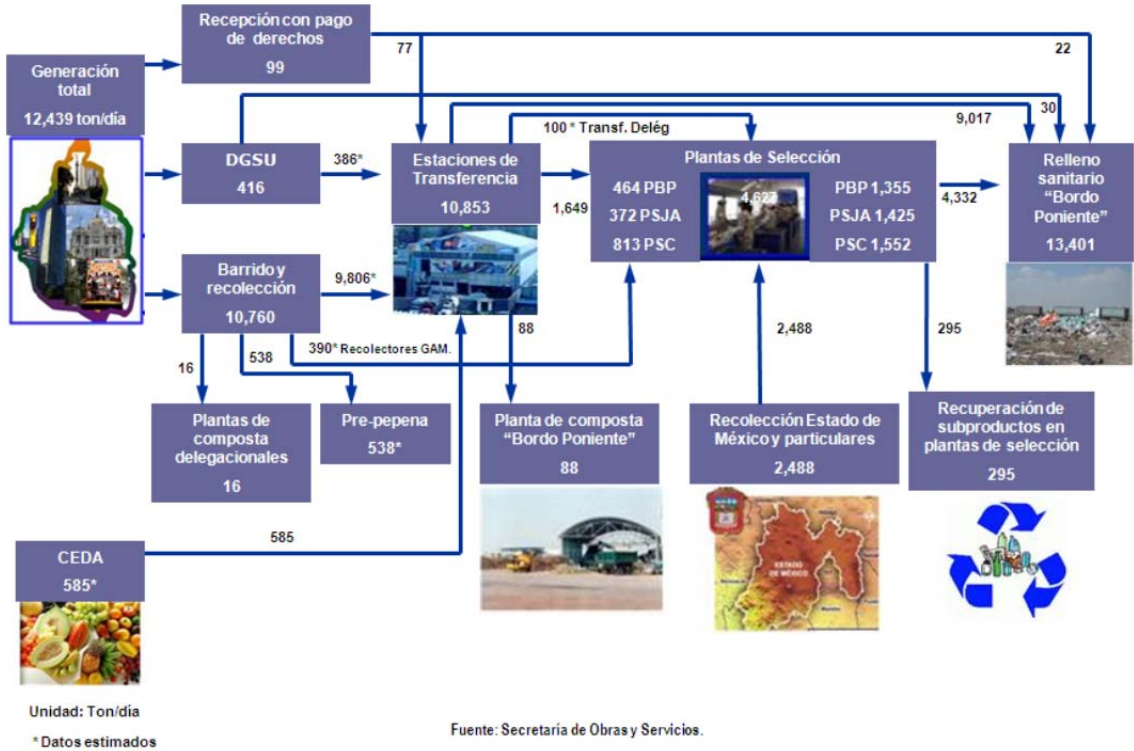
A la fecha, la Secretaría de Obras y Servicios (SOS) del Gobierno del Distrito Federal (GDF) aún no cuenta con un registro con la cantidad y datos de los centros de acopio, que pertenecen en su totalidad a particulares y frecuentemente operan de manera irregular. Sin embargo, a través de la DGSU, es responsable por la operación de las tres Plantas de Selección donde se clasifican 5,000 toneladas (40 %) de las 12,500 toneladas recolectadas cada día en el Distrito Federal. Los principales materiales recuperados son aluminio (de “traste” o utensilios de cocina, macizo, de chatarra, perfil y bote); material ferroso (bote, perfil, lámina y cable); alambre de cobre, vidrio de envases (ámbar, transparente y verde), cartón y todo tipo de papel, material plástico (como PVC, PET, plástico rígido, nailon y vinil), entre otros.

El funcionamiento de las Plantas de Selección se coordina entre la DGSU y las asociaciones de pepenadores (también llamados gremios de selectores), quienes como se indicó antes, aportan la mano de obra básica para la operación de estas plantas en sustitución de su antigua labor de pepena en los tiraderos y para la que existe una prohibición normativa de realizarse en los rellenos sanitarios.

²⁷ Pre-pepenar: Recuperar materiales reciclables antes que se entreguen en los sitios intermedios y finales.

Pepenar: recuperar materiales reciclables en los sitios de disposición final.

Figura 14: Diagrama de Flujo de los RSU en el DF



Fuente: Secretaría de Obras y Servicios, 2008

Estos gremios suelen establecer convenios de compra-venta con un sólo comprador de los materiales que recuperan, ya sea por su facilidad de venta o traslado, así como por decisión del líder, lo cual incide en los precios.

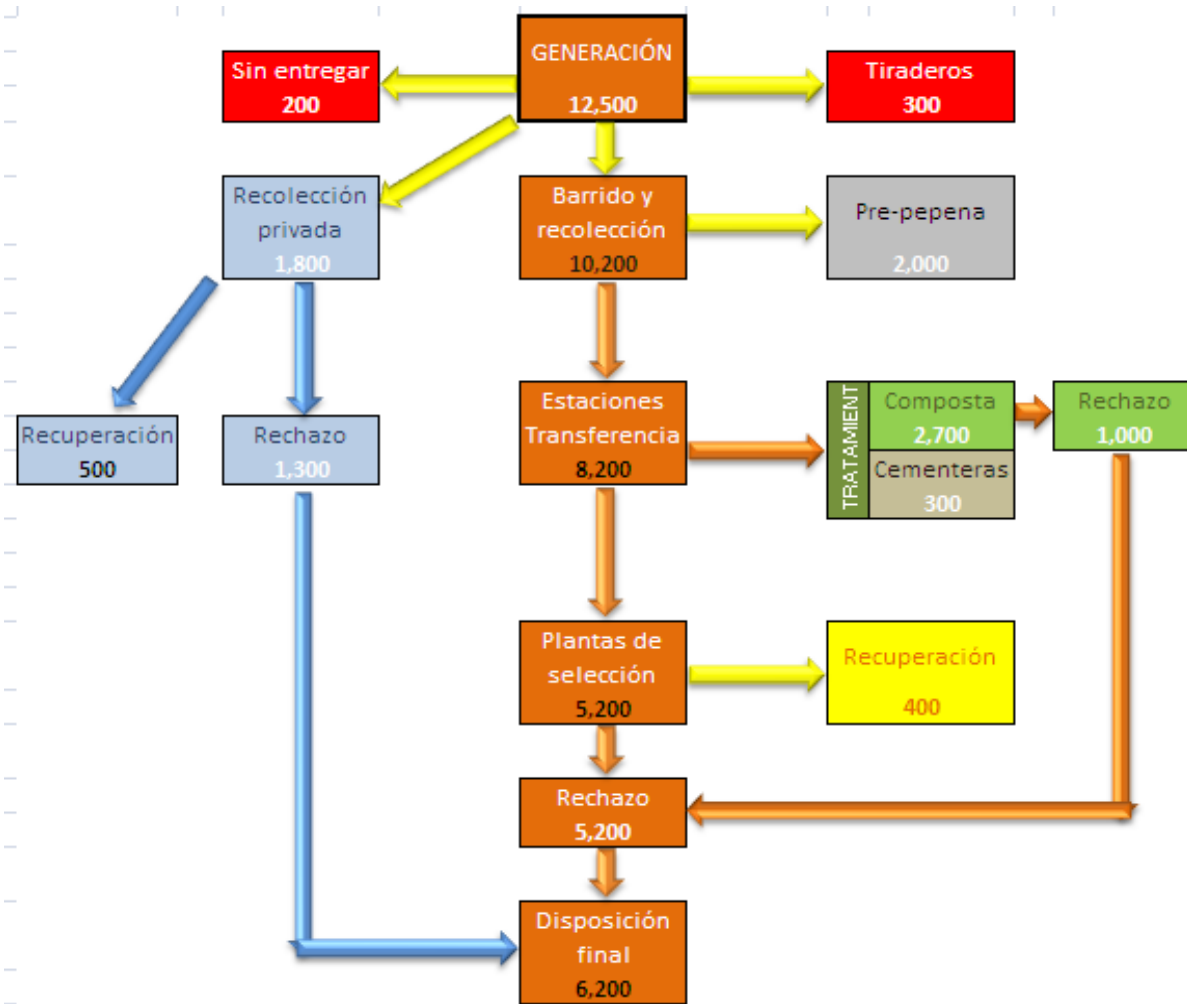
Para los datos de 2008, se aprecia que un 65 % del material reciclable (538 t/día) no llega a los sitios de disposición final, ya que se *pre-pepena* en las calles y en vehículos de recolección. El 35 % restante (295 t/día) se recupera en las Plantas de Selección. Hay que hacer notar que estos datos son estimaciones sin comprobación. Se estima que gran parte de las ganancias en ambos casos queda en manos de los líderes de los tres gremios de selectores que dominan el mercado de material secundario en el Distrito Federal.

A partir del acuerdo celebrado entre las autoridades federales y el GDF para cerrar Bordo Poniente en diciembre de 2011, se establecieron programas para disminuir la cantidad de residuos que requieren disposición final.

Entre ellos destaca la planta de compostaje de Bordo Poniente, en cuya superficie recientemente ampliada a 13 hectáreas se recibieron diariamente durante 2011 entre 1,200 y 1,600 toneladas de residuos orgánicos. Además, se redujo el ingreso de aproximadamente 2,000 toneladas diarias procedentes de municipios del Estado de México y de particulares, de modo que la disposición final diaria se redujo de 12,500 toneladas a 9,000 toneladas.²⁸

²⁸ Según entrevista personal con Alejandra Alvarado, Comisión Integral de RSU de la Ciudad de México, septiembre de 2011.

Figura 15: Diagrama de flujo de los RSU en el DF (sin contar Bordo Poniente)



Fuente: DGSU/DTFD, 2012

Nota: En un diagrama de flujo típico, las resultantes son iguales a 0. En este caso no es así, dado que la imagen solo describe las relaciones entre actores del proceso.

Las 6,200 toneladas de la disposición final se distribuyen a cinco relleno privados en Ixtapaluca, Xonacatlán, Cuautitlán Izcalli y Cuautla /Morelos.

Figura 16: Composición de los residuos en el DF



Fuente: Estudio de composición de RSU en la Ciudad de México ICYT, 2010

La suma de los porcentajes presentados en este muestreo es superior al 100%, se aprecia que la proporción de residuos orgánicos tiene un rango de tolerancia demasiado amplio.

7.2.2 Composición de los Residuos en el DF

En el Distrito Federal se generan alrededor de 12,000 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos. Si se considera únicamente la población que reside en el Distrito Federal, cada habitante genera en promedio de 1.47 kilogramos de RSU por día. La principal fuente generadora de residuos son los domicilios con el 47 %, el comercio con 29 %, el 15 % corresponde a los servicios y el restante 9 % a los llamados “diversos y controlados”.

En cuanto a su composición física, 44-64 % corresponde a residuos orgánicos, el 17 % de los residuos inorgánicos son considerados residuos sin posibilidad de ser aprovechados, y los demás (19-39 %) de los residuos inorgánicos se consideran potencialmente reciclables o aprovechables. (GDF, 2007: 60)

Los materiales reciclables incluyen plásticos (13.2 %), papel y cartón (11 %), vidrio (2.5 %), metales (2.2 %) y envases multicapa (1.5 %). Para algunos materiales (PET, vidrio, multicapa) ya existen convenios y programas con el Gobierno local y federal para su recuperación.

Las llantas usadas se clasifican como residuos de manejo especial (RME) y se utilizan como combustible alternativo en los hornos de plantas cementeras.

7.3 Resumen: Problemas en la gestión de RSU de la Ciudad de México

Se puede resumir que en la capital mexicana persiste el problema que comenzó y se consolidó con la destrucción del equilibrio entre el hombre y su entorno, como se manifiesta en el análisis histórico de los desechos en la Ciudad de México.

La recolección, el tratamiento y en especial la disposición final de los residuos representan un problema potencial para la salud pública, el entorno y el medioambiente, causado por la carencia de infraestructura y los efectos adversos a la imagen urbana.

En la solución de los problemas que plantea el manejo de los residuos, en el DF no suelen emprenderse acciones oportunas (sólo de forma reactiva) ni a largo plazo (de forma sostenible), así que una y otra vez se posterga y hereda el mismo problema al próximo gobierno y a la próxima generación; entonces, “¿cómo manejar la basura de esta ciudad?”

Ni el gobierno ni la población han asumido plenamente sus responsabilidades en el manejo adecuado de los residuos, lo que propició que se creara un nicho que ocupa un sector informal con grandes intereses de orden económico y político, fuera de control e intervención del gobierno o de las iniciativas ciudadanas sin fines de lucro.

La expansión urbana de la Ciudad de México históricamente ha rebasado y absorbido los sitios para depósito de sus desechos, que siempre se instalaron un poco más allá de lo que en su momento fueron los límites de la urbe y fuera de la vista de los principales asentamientos humanos. Actualmente la ciudad se enfrenta a un cada vez más agudo agotamiento de los sitios de disposición final. En la búsqueda de nuevos sitios siempre se genera oposición de la población cercana, pues nadie desea tener sus residuos, y menos aún los ajenos, tras la puerta, sino lo menos visibles posible. Por esta razón, en términos de infraestructura urbana, la basura es uno de los temas menos atendidos y carentes de visión alguna.

Por lo anterior, este trabajo pretende desarrollar visiones propositivas para los sitios de disposición final y sus posibles futuros aprovechamientos, con fines de beneficio común.

Además de nuevas soluciones para la gestión de los RSU, también es necesario ofrecer soluciones para debilidades sociales y políticas como las siguientes:

- Debilitamiento de la función pública por la privatización de servicios para el manejo y reciclaje de residuos.
- Pérdida de capacidad técnica y de autogestión del sector público por traslado parcial de sus funciones al sector privado.
- Falta de una administración propia con personal capacitado y con recursos propios en los departamentos respectivos en los municipios.

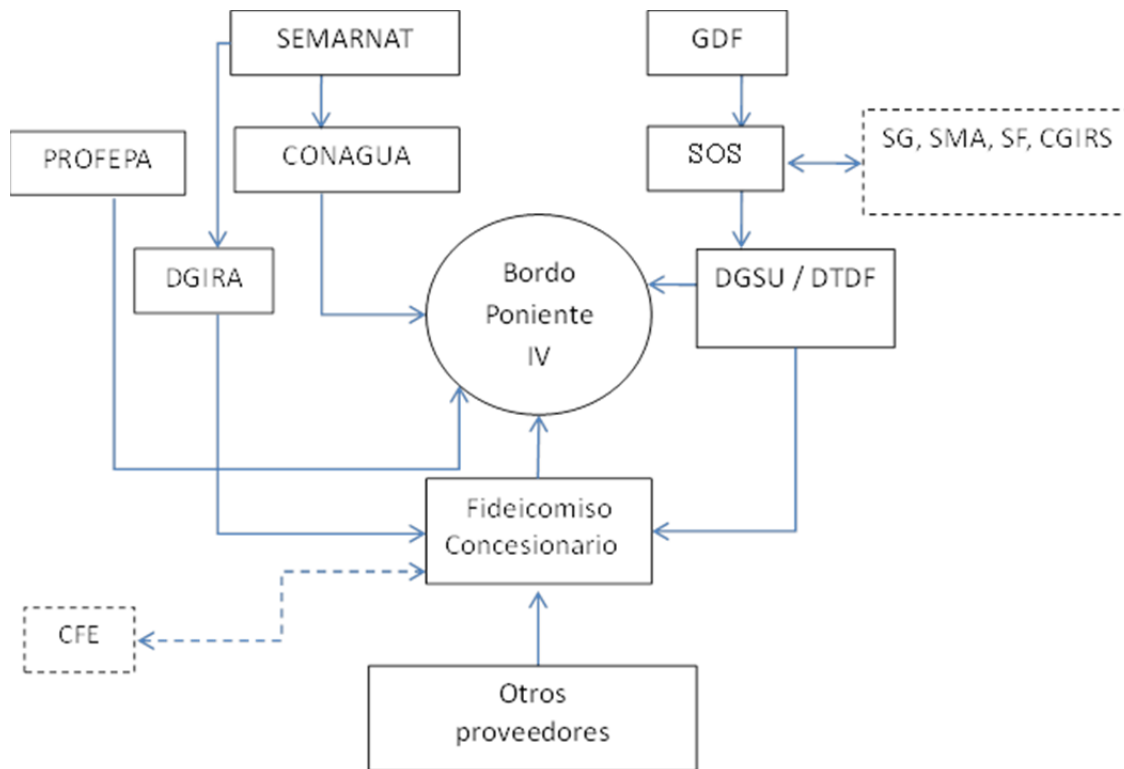
- Concentración en manos privadas de los beneficios económicos que se pueden obtener en la gestión de los RSU (propinas, material reciclable), mientras el sector público continúa absorbiendo los gastos.
- Falta de recursos (o ingresos) para una gestión integral o un manejo adecuado de los RSU.
- Falta de control y transparencia en todos niveles de la gestión de los de RSU: ingresos y egresos públicos, sueldos, fincas y ganancias adicionales.
- Consolidación y marginalización de un sector informal no participativo y ajeno al control gubernamental.
- Consolidación de monopolios y oligarquías en el manejo de los RSU.
- Vulnerabilidad social creada por la segregación del sector informal (pepenadores) por parte de la población y de los gobiernos.

7.4 Competencias y programas para la gestión de RSU y su aprovechamiento energético

7.4.1 Competencias en torno al relleno sanitario Bordo Poniente

La primera instancia de gobierno relacionada con el relleno sanitario Bordo Poniente es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por tratarse del organismo del Gobierno Federal a cuyo resguardo se encuentra la zona federal del ex Lago de Texcoco, establecida por decreto presidencial en 1971 y en la que se localizan las cuatro etapas de este relleno sanitario.

Figura 17: Competencias en Bordo Poniente y su aprovechamiento



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es el Gobierno del Distrito Federal (GDF), por medio de la DGSU, el responsable por las acciones de construcción, operación, control ambiental y vigilancia del relleno sanitario. El convenio celebrado entre el Gobierno Federal y el GDF el 22 de noviembre de 2010 confiere a éste último la posibilidad de realizar el aprovechamiento energético del biogás que genere la Etapa IV de este relleno sanitario por un plazo de 25 años, mediante la concesión a un tercero, con posibilidad de prorrogar dicho plazo. Este instrumento legal no define usos particulares para el suelo de estas áreas diferentes de su “integración al paisaje del entorno”.

Terminado el plazo de la concesión o su eventual prórroga, serán las instancias federales (CONAGUA o en su caso SEMARNAT) en uso de sus atribuciones, las que determinen el uso futuro del sitio, tanto si permanecen los usos del suelo actuales, como si se les modifican.

Si bien las áreas verdes predominan por su extensión en la zona federal del Lago de Texcoco, el uso más relevante del suelo es alojar equipamiento hidráulico como canales de drenaje, plantas de tratamiento de aguas residuales, estaciones de bombeo, compuertas y, recientemente, el Macrocircuito de Agua Potable del Estado de México, además de la carretera denominada Circuito Exterior Mexiquense.

7.4.2 Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) y Secretaría de Obras y Servicios (SOS)

La Dirección General de Servicios Urbanos es una de las siete Direcciones Generales o equivalente adscritas a la Secretaría de Obras y Servicios del GDF, se creó en 1984 como órgano responsable de atender diversos aspectos del mantenimiento de la infraestructura urbana, acotada esencialmente a las vías de circulación primaria (ejes viales y vías rápidas) y el manejo de los residuos sólidos en las fases posteriores a la recolección domiciliaria, de que son responsables las delegaciones. Esta segunda función incluye la operación de las 13 estaciones de transferencia que existen en el Distrito Federal, de las plantas de selección de residuos, los rellenos sanitarios y sitios de disposición final, así como tareas complementarias en materia de residuos de manejo especial y acciones de monitoreo ambiental.

En el caso del relleno sanitario Bordo Poniente, la DGSU es responsable directa de su construcción, operación y clausura, así como de cumplir con las especificaciones y medidas de control o compensación establecidas en los Convenios celebrados para tales efectos con las autoridades federales y de los que la SOS es signataria.

En cuanto a la clausura de la Etapa IV de Bordo Poniente y aprovechamiento de biogás, la SOS es la dependencia convocante para el respectivo proceso de licitación internacional, lo que incluyó la elaboración de los respectivos términos de referencia (con la participación auxiliar de la DGSU y otras instancias, como la Secretaría de Finanzas y la Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos). Los alcances de esta licitación están definidos en lo general por el cumplimiento del Convenio celebrado el 22 de noviembre de 2010 y en lo particular por los términos de referencia mencionados, que en resumen admiten las propuestas abiertas de las tecnologías y métodos que los licitantes propongan por considerarlos como los más adecuados y económicamente más eficientes. Para adjudicar al licitante ganador se aplicarán estrictamente criterios de rendimiento financiero avalados por garantías económicas previstas en la propia licitación.

La realización del proyecto de clausura y el aprovechamiento del biogás será completamente responsabilidad del licitante adjudicado o desarrollador, para lo cual éste podrá contar con un crédito que aportaría el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) de BANOBRAS. Bajo esta premisa, la SOS no aportará recursos financieros ni materiales y su participación se limitará, en su caso, a una de carácter nominal como representante de la Administración Pública (GDF) en una sociedad fiduciaria que se formará con el desarrollador para participar de los ingresos que se obtengan por la venta de energía eléctrica, que es una condición prevista por la CFE para proyectos bajo el esquema de generación con autoconsumo. Por medio de la DGSU, la SOS ejercerá la supervisión general del desarrollo del proyecto y mantendrá la responsabilidad del mismo ante instancias federales como la SEMARNAT, la CONAGUA y la PROFEPA.

7.4.3 Comisión para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de México (CGIRS)

La *Comisión para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de México* (CGIRS) se creó el 16 de mayo de 2008 con el *Acuerdo* que a este propósito emitió la Jefatura de Gobierno del Distrito en la Gaceta Oficial. Este acuerdo formalizó los trabajos que se realizaban desde algunos meses antes con la participación de personal de varias dependencias del gobierno local. Sus atribuciones están definidas como un órgano de coordinación, operación, monitoreo, seguimiento y evaluación de las políticas, acciones y programas instrumentados por la Administración Pública del Distrito Federal en materia de generación, minimización, manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos.

El *Acuerdo* prevé que la CGIRS se integre por los titulares (o al menos por delegados con rango mínimo de Director General o equivalente) de las Secretarías de Gobierno, Medio Ambiente (SMA), Obras y Servicios (SOS), Salud (SS), Finanzas así como el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICyT), y la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). En la práctica, la CGIRS se desempeña con personal principalmente adscrito o vinculado a varias de las dependencias mencionadas que reúnen responsabilidades, formación profesional o experiencia en la gestión pública de los residuos sólidos.

Este personal celebra habitualmente reuniones plenarios semanales en que se presentan, revisan, discuten, o actualizan sus labores y fungen como un foro interdisciplinario para recibir y evaluar diferentes propuestas de empresas privadas y organismos públicos (como las Delegaciones Políticas del D.F.) en materia de residuos. En adición a estas labores de conjunto, la CGIRS realiza además tareas puntuales en trabajos de coordinación y promoción de estudios, campañas (acopio, reciclaje, difusión) y gestiones de muy amplia índole en materia de los RSU, entre los que cabe destacar la adaptación del marco legal del DF en materia de residuos y más recientemente la licitación para la clausura de la Etapa IV de Bordo Poniente y el aprovechamiento del biogás.

Sin embargo, la CGIRS virtualmente carece de recursos propios y su gestión coordinadora está acotada por las atribuciones individuales de las dependencias y organismos que intervienen en los diferentes ámbitos de la gestión de los residuos. Este es uno de los factores por los que a la fecha no se ha concretado ninguna solución de largo plazo para un nuevo esquema de manejo y tratamiento o un nuevo sitio de disposición final de RSU del GDF; a los que se suma la falta de recursos para instalar nuevas tecnologías, la necesidad sociopolítica de tomar en cuenta los intereses de los gremios de selectores y el sector informal en la gestión de los residuos sólidos, además de las dificultades de coordinación al interior entre las dependencias y organismos del GDF.

7.4.4 Programa del Gobierno del DF: Plan Verde –Tema 6: Residuos Sólidos

En 2003 se publicó la Ley de Residuos del Distrito Federal (2003), entre sus principales aportaciones está la prescripción de los Planes de Manejo y la separación obligatoria en fuente de los residuos en sus fracciones orgánica e inorgánica. Sin embargo, carece de nuevas directivas en materia de disposición final.

Además del marco normativo para la gestión de residuos sólidos del Distrito Federal, se encuentran las estrategias que define el Plan Verde, que si bien no tiene un carácter normativo, pero sin ser obligatorio, expresan la política de GDF en materia del mejoramiento de medioambiente y de la calidad de vida en el ámbito urbano-ambiental. En el capítulo del Plan Verde se abordará el Plan Verde en cuanto al tema de la protección y la creación de áreas verdes en la Ciudad de México.

El *Plan Verde* es un programa de la Secretaría del Medio Ambiente del GDF que se presentó en el año 2007; contiene objetivos, estrategias y proyectos diseñados con una visión de mediano plazo (15 años), se estructura alrededor de siete ejes temáticos, todos ellos relativos a indiscutibles prioridades ambientales para el Distrito Federal: Suelo de conservación; Habitabilidad y espacio público; Agua; Movilidad; Aire; Residuos sólidos; y Cambio climático y energía.

Enseguida se citan las estrategias del Tema 6 del Plan Verde “Residuos sólidos” y los avances que se publicaron en el Informe “Cuatro años de Avance” de octubre de 2011.

Estrategia 1. Fortalecimiento de las herramientas de gestión integral de los residuos sólidos.

Alcance 2011: Desarrollar el Sistema de Información de Residuos.

Estrategia general: Sistematizar la integración de la información del manejo de residuos sólidos, obtenida de las 16 delegaciones, la SOS y la SMA, por medio del desarrollo de prototipos para el acopio, análisis de la información y emisión de los informes correspondientes; habilitando la captura remota y consulta de información desde su fuente. Asimismo, capacitar a usuarios y elaborar manuales y materiales didácticos que instruyan la operación del sistema y su mantenimiento. **Avance: 100 %**

Logros: Se desarrolló el nuevo Sistema de Información de Residuos Sólidos, el cual se instaló en el servidor de la SMA y se generaron los accesos para los usuarios de la SMA, SOS y delegaciones, que ya se encuentran integrando la información al Sistema.

Estrategia 2. Fortalecimiento del programa de separación y reciclaje de la basura desde su origen, en los hogares, establecimientos comerciales y de servicios, e industriales.

Lograr el 100 % de cobertura del sistema de recolección separada al 2015.

Avance sobre alcance 2012: 20 %

Impulsar la formulación e implementación de Comités Delegacionales de Recolección separada de Residuos Sólidos y los Programas de Servicio Público de Limpia en once delegaciones para el 2012. **Avance: 100 %**

Incrementar la recolección de los residuos orgánicos no mezclados a 1,500 t/día. **Avance: 100 %**

Campaña masiva permanente informativa y educativa puesta para fortalecer el programa de separación y reciclaje. **Avance: 73 %**

Logros:

En febrero se constituyó un grupo de trabajo integrado por la Secretarías de Gobierno, SOS, SMA y la Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, y se elaboró un proyecto de guía para la integración y funcionamiento de los Comités Delegacionales de Separación de Residuos Sólidos, el cual será puesto a la consideración de las 16 delegaciones; asimismo, se realizan reuniones de coordinación con los integrantes del grupo de trabajo en diversas sedes, con la finalidad de evaluar los avances en la recolección separada de las delegaciones.

Durante la tercera semana del mes de junio del 2011 se alcanzó la meta de 1,500 t/día y, en agosto, se obtuvo un promedio diario de 2,589 t/día de residuos orgánicos separados; con lo que se cumple y se rebasa la meta establecida. La Secretaría de Obras y Servicios (SOS) adquirió 2'700,000 trípticos y un millón de carteles, y organizó el evento para dar inicio al programa "Vamos a separar para respirar mejor".

Estrategia 3.- Crear y promover las oportunidades de mercado para incrementar el aprovechamiento de los materiales reciclados.

- Promover la elaboración de 5 planes de manejo con los grandes generadores de residuos de manejo especial al 2012. **Avance sobre alcance 2012: 70 %**
- Elaborar los planes de manejo de residuos de por lo menos 67 órganos públicos al 2012. **Avance: 26.6 %**
- Automatizar el monitoreo y control de los planes de manejo a través de un sistema que funcione a partir del 2011. **Avance: 100 %:** En mayo de 2011, se instaló y puso en marcha el Sistema de Administración de Planes de Manejo de Residuos Sólidos en la SMA, con lo que se están generando datos estadísticos relacionados con los planes de manejo.
- Regular, fomentar y vigilar la adecuada disposición de los residuos de la construcción. Se estima que en el Distrito Federal se generan 10 000 m³/día de residuos de la construcción, de los cuales sólo se recicla 10 %. Alcance 2012: dar manejo adecuado a 800,000 m³ de residuos de la construcción conforme a la Norma. **Avances sobre alcance 2012: 27.5 %**

Estrategia 4.- Modernizar los métodos de recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de residuos.

- Ampliar la capacidad de la planta de composta de Bordo Poniente, para procesar 2,000 t/día de residuos orgánicos. **Avances: 100 %.** Esta meta ha reducido 120,713 t de CO₂eq entre 2008 y 2011.
- Llevar a cabo el mantenimiento de 13 estaciones de transferencia y 3 plantas de selección. **Avance: 2 %**
- Construir 1 centro integral para el manejo de los residuos sólidos. **Avance: 72.8 %**
Logros: las acciones que se han llevado a cabo respecto de esta meta son las siguientes: caracterización de los residuos de la Ciudad de México; identificación de fuentes importantes de generación; definición del tratamiento por tipo de residuos generados; ubicación de espacios posibles para el tratamiento; definición de subproyectos para cada componente del sistema; centros de acopio comunitarios; puntos de retorno en supermercados; separación en mercados públicos; realización del Festival de Reciclaje Pepenafest; sociedades cooperativas para la valoración de los residuos; cuadro eventos del Reciclatrón, reciclado de electrónicos; más de 50 inmuebles adheridos al programa 4R Aprovechamiento de los Residuos del GDF; más de 500 visitas de recolección; más de 170 t

de residuos acopiados para su reciclaje; más de cinco mil artículos entregados por permuta y realización de pruebas de cogeneración con la industria cementera.

- Construir y operar una planta de composta en la Central de Abasto. **Avance sobre alcance 2012: 44.4 %**
- Incentivar el rediseño de empaques y embalajes, la utilización de materiales biodegradables y/o fácilmente reciclables, para minimizar la generación de residuos en fuente. **Avance: 100 %**
- **Logros:** El 29 de diciembre del 2008 se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal una modificación al Código Financiero del Distrito Federal, relativo al derecho a una reducción respecto del Impuesto Sobre Nóminas a las empresas o instituciones que cuenten con programas comprobables de mejoramiento de condiciones ambientales. Lo anterior, tratándose de acciones relacionadas con la minimización o manejo adecuado de residuos, mediante rediseño de empaques y embalajes y/o la utilización de materiales biodegradables y/o fácilmente reciclables, acreditadas por medio de la aplicación del programa de Autorregulación y Auditoría Ambiental, entre otros aspectos.

7.5 Proyectos de MDL para rellenos sanitarios en la ZMCM

“Debido a que la recuperación de gases de efecto invernadero es considerada por el Protocolo de Kioto y los países que lo suscribieron toman decisiones sobre el cambio climático, como acciones anticontaminantes que deben ser financiadas por las grandes potencias, el proyecto no tendría que ser pagado necesariamente por los gobiernos del Distrito Federal o del estado de México, ya que se podría hacer una inversión conjunta con alguna entidad internacional, como el Fondo Español de Carbono. Dicho fondo participó al lado del Banco Mundial para apoyar el proyecto MDL del Metrobús.” (Funcionario del GDF, 2009)

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNPGIRS) de 2008 considera a nivel nacional la promoción de 40 proyectos de disposición final de residuos sólidos con aprovechamiento o combustión de biogás bajo esquemas de MDL. En 2008 la SEMARNAT tenía 30 proyectos registrados en diferentes fases de avance (anteproyecto, solicitud de registro o proyecto registrado) que están relacionados con la captura y el aprovechamiento de biogás proveniente de rellenos sanitarios y con los que se estima una reducción de los GEI de 4.5 millones de toneladas CO₂eq al año. Ocho de estos proyectos se ubican en la ZMCM (véase la siguiente tabla). Sin embargo, hasta finales de 2011 ninguno había alcanzado a procesar en la práctica el biogás y producir energía.

En la Ciudad de México las primeras actividades en torno a la generación de electricidad con biogás de rellenos sanitarios tuvieron lugar en 1991 con una planta piloto de 20 KW en el tiradero cerrado de Santa Cruz Meyehualco (Parque Cuitláhuac). En adición a esto se realizó un estudio para evaluar la factibilidad técnico-económica de generación eléctrica en los sitios de disposición final de RSU del Distrito Federal; en cinco de los seis sitios existentes se identificó un potencial de 26 MW, con costos de generación entre 2 y 3 centavos de dólar por kWh.

En 1995 se hicieron estudios para estimar el potencial energético del relleno sanitario de Prados de la Montaña, ubicado en Santa Fe, al poniente de la Ciudad de México. A partir del año 2000 se inició una acción concertada con la Secretaría de Energía (SENER) para impulsar el desarrollo de esta tecnología y difundir su aplicación en todo el país. Solamente en el caso de Aguascalientes fue posible efectuar las pruebas de extracción de gas necesarias para validar los estudios de pre-factibilidad; en el resto de los casos la falta de financiamiento impidió esta actividad. En algunos casos, esta limitación se conjugó con la resistencia de las empresas concesionarias de los rellenos a modificar su esquema de concesión para permitir la generación de electricidad; en otros, el cambio de autoridades municipales fue motivo para que el proyecto se detuviera. (Arvizu y Huacuz, 2003)

7.5.1 Rellenos Sanitarios en la ZMCM que participan en el MDL

En el año 2011 existían dos anteproyectos para aprovechar el biogás y transformarlo en energía en rellenos sanitarios operados por el GDF: Bordo Poniente y Prados de la Montaña. En los municipios conurbados de la ZMCM se desarrollaron otras seis iniciativas con participación del sector privado como proyectos registrados en el programa de MDL. *De los datos correspondientes se aprecia que en la ZMCM existe un potencial de reducción de GEI de 1,75 Mt CO₂eq por año por medio de proyectos de captación de los gases de rellenos sanitarios.*

En el Plan de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) se plantean 26 acciones enfocadas mitigar las emisiones de GEI, con una meta estimada de reducción de 4.4 millones de toneladas de CO₂eq por año, que representa el 12 % de las emisiones anuales de GEI de la Ciudad de México.

PACCM tiene dos metas globales, una para mitigación de GEI y otra para adaptación al cambio climático:

Meta 1:

Reducir siete millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente en el período 2008-2012.

Meta 2:

Llevar a cabo un programa integral de adaptación al cambio climático para el Distrito Federal y tenerlo en pleno funcionamiento para el 2012.

Tabla 2: Vista general de los Rellenos Sanitarios de la ZMCM que participan en el MDL

| Tipo de proyecto | Ubicación | Reducción estimada de toneladas de CO ₂ eq/año |
|--|---------------------------------|---|
| Proyectos en validación (solicitud de registro) | | |
| Proyectos de biogás a energía en rellenos sanitarios de Tecámac/Ecometano | Tecámac, Edo. de Méx. | 56,050 |
| Proyecto Rincón Verde/LDGTE, Tu Transformas, Energías Renovables de México S.A. de C.V. y Tú transformas Energías Renovables S. L. | Naucalpan, Edo. de Méx. | 315,143 |
| Proyecto de gas del relleno sanitario Tlalnepantla para Energía Proactiva Medio Ambiente S. L. | Tlalnepantla, Edo. de Méx | 50,838 |
| Proyectos Registrados | | |
| Proyecto de gas del relleno sanitario para energía en Ecatepec/Ecometano, Tecnología de Biogás S.A. de C. V., EcoSecurities PLC. | Ecatepec, Edo. de Méx | 209,353 |
| Proyecto de gas metano para energía en Tultitlán/Tecnología Biogás S.A. de C. V., Tecnologías Biogás Ltd. y EcoSecurities PLC. | Tultitlán, Edo. de Méx | 41,681 |
| Anteproyectos | | |
| Captura y emisiones de biogás de residuos sólidos urbanos para la generación de energía eléctrica/Biotecnology Process S.A. de C. V. | Edo. de Méx | 31,000 |
| Prados de la Montaña/PICONSULTA | Santa Fe, D.F. | 18,000 |
| Clausura y manejo de biogás producido en la etapa IV del relleno sanitario Bordo Poniente/GDF | Zona Federal Ex Lago de Texcoco | 1,235,000 |

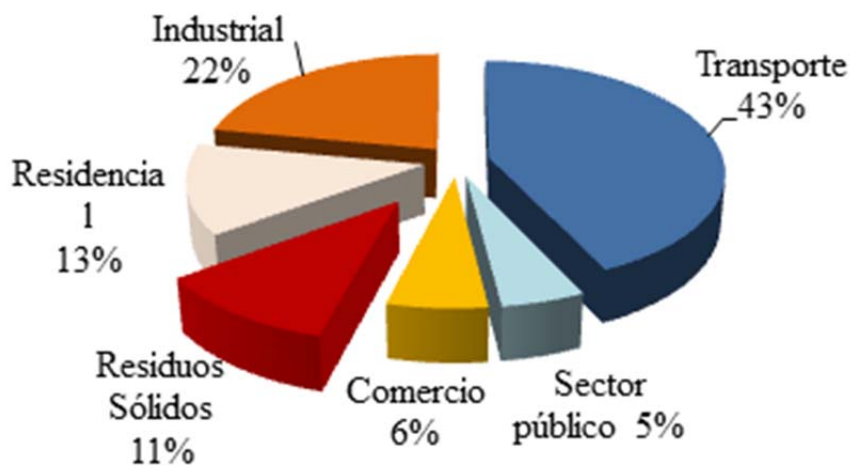
Fuente: SEMARNAT, Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2008-2012, Anexo 2

A pesar de que el Programa tiene vigencia de cinco años, las acciones que se incluyen tienen efectos que van más allá de este plazo. El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México

considera acciones dentro de cinco áreas temáticas: energía, transporte, agua, residuos, adaptación y comunicación y educación ambiental y se suscriben dentro de dos líneas de acción.

La línea de acción de mitigación integra acciones encaminadas a la reducción de emisiones de GEI y a la captura de CO₂, que reducirán la contribución de la Ciudad de México, a las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre y la línea de acción de adaptación incluye acciones que reducirán los riesgos que implican los efectos del cambio climático para la población y para la economía local.

Figura 18: Participación de los RSU en las emisiones de CO₂eq



Fuente: Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-20012

Para llevar a cabo la implementación de todas estas acciones, se requiere un presupuesto de 56,152 millones de pesos entre 2008 y 2012. De los 4.4 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente por año que se podrían reducir, el 12 % se reduciría en el sector agua con las 7 acciones planteadas; el 10 % se reduciría en el sector energía con 5 acciones; el 35 % en el sector residuos con 4 acciones identificadas y el 42 % en el sector transporte con 10 acciones incluidas en el PACCM. (SMA, 2008: 48)

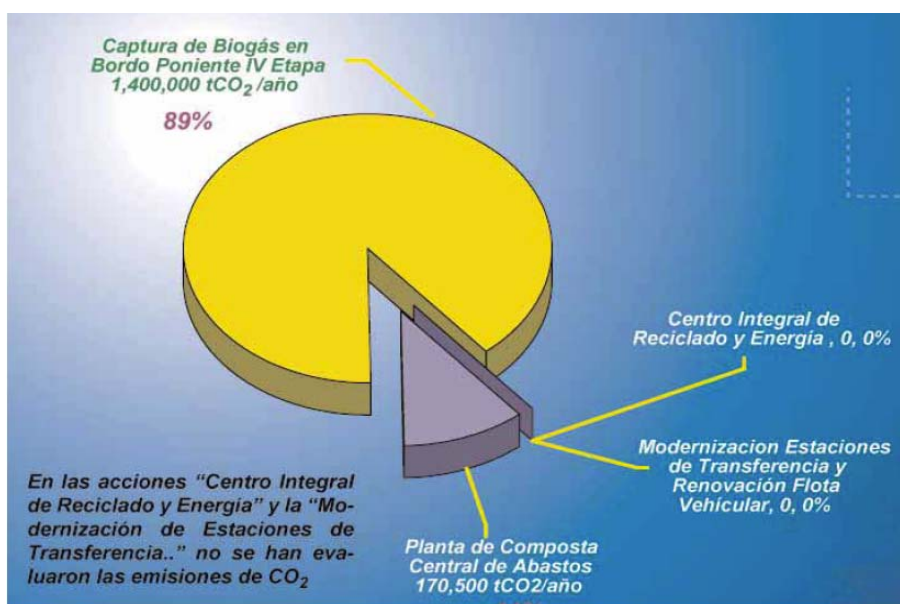
El transporte, la industria, la vivienda y los residuos sólidos son los principales emisores de GEI en la Ciudad de México. Los gases que producen los RSU confinados en sitios de disposición final que opera el GDF representan un 11 % de estas emisiones que se emiten de los diferentes sectores, un 7 % representan las emisiones de CO₂, y los restantes 4 % de emisiones son CO₂equivalentes que emite el gas metano. (SMA, 2008: 63)

En el PACCM se menciona el proyecto de Captura y Aprovechamiento de Biogás Metano en el Relleno Sanitario Bordo Poniente bajo el Mecanismo para el Desarrollo Limpio (MDL), para el cual se calculó una reducción de 6.6 millones toneladas de CO₂eq para el año 2012.

Actualmente el Cierre del Bordo Poniente y su remplazo por otro(s) relleno(s) sanitario(s), así como la puesta en marcha de esquemas y tecnologías alternativas de gestión y disposición final, constituyen un reto y una oportunidad para resolver muchos aspectos de la problemática inherente al manejo de residuos sólidos en el Distrito Federal.

La propuesta de la creación de un Centro Integral de Reciclaje y Energía (CIRE), vinculado al Bordo Poniente, facilitaría la integración de operaciones de generación de energía de gran magnitud, con base en diversas tecnologías complementarias, de manera integrada y coordinada con el desarrollo de instalaciones de valorización de los residuos, usando modernas tecnologías de reciclaje, re-uso y compostaje, todo ello con un enfoque de reducción de emisiones de GEI. (SMA, 2008: 62)

Figura 19: Acciones de mitigación del Programa de Acción climática en el sector residuos



Fuente: Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, 2008-2012

Al momento sólo se está planeando la captura de biogás en Bordo Poniente, lo que representa un 89 % de la mitigación en el sector de residuos. Este proyecto es el proyecto con más potencial de mitigación (1.4 millones de toneladas de CO₂eq/año) de todos los planeados en el PACCM y con menor inversión (400 Mdp.) para realizarse.

El Informe de Avances 2011 de la SMA-DF reporta la ampliación de la planta de composta en Bordo Poniente, para la cual se planteó la meta de incrementar en 2012 a 1,500 toneladas por día el compostaje de residuos orgánicos para producir humus que se incorpore en áreas verdes y zonas erosionadas en el DF como fertilizante orgánico, así como en la cubierta vegetal de Bordo Poniente. (GDF, 2011: 11)

La reducción de GEI por el tratamiento de los residuos orgánicos se reporta de la siguiente forma:

Tabla 3: Reducción de emisiones de GEI

| Emisiones de GEI reducidas (t CO ₂ eq) | |
|--|--------|
| 2008 | 9,148 |
| 2009 | 18,297 |
| 2010 | 24,655 |
| Hasta junio de 2011 | 68,613 |

Fuente: SMA, 2008-2009

Dentro de los objetivos en el campo de la educación ambiental y la comunicación educativa para la comprensión social del fenómeno del cambio climático, se inició un programa escolar de separación para el reciclaje de residuos. Hasta el momento, el programa se lleva a cabo en 221 escuelas primarias ubicadas en las 16 delegaciones del Distrito Federal.

En resumen, el PACCM y el Plan Verde de la Ciudad de México comparten y repiten algunos objetivos; en ambos casos se presentan cuatro estrategias principales para el mejoramiento de la gestión de los RSU en el DF, los cuales se dividen a su vez en subestrategias. En general, en sus resultados se aprecian avances en las estrategias referidas al marco normativo o conceptual (por ejemplo el monitoreo, el sistema de información o la modificación de reglamentos) mientras que la realización de acciones y la implantación de nuevas tecnologías avanza con más lentitud por la falta de recursos financieros.

Sin embargo, no hay ninguna estrategia destinada al mejoramiento, saneamiento y/o la revitalización de sitios de disposición final (acaso sólo a las estaciones de transferencia), el objetivo para Bordo Poniente limita a la ampliación de la planta de composta, que se logró a un 100 %, y la captación de biogás para reducir la emisión de GEI en 1, 400,000 t CO₂eq por año. La idea del CIRE (Centro Integral de Reciclaje y Energía) se discutió entre los años 2009 a 2011; no se realizó por falta de recursos y dificultades para encontrar un sitio adecuado para construirlo.

8 Medioambiente y Gestión de Suelos en la Ciudad de México

Fotografía 16: Ex tiradero en medio de Santa Fe, hoy parque “Alameda Poniente”



Fuente: Elvira Schwanse

8.1 Zona Metropolitana y Medioambiente

La planificación, los servicios ambientales y el ordenamiento del territorio serán el factor clave para las ciudades futuras, no sólo para resguardar el equilibrio ecológico y económico, sino también el equilibrio social y cultural. (Contraloría Social al programa de áreas verdes en la Ciudad de México, 2010)

8.1.1 Ciudad en riesgo ambiental

En el caso de la Ciudad de México existen diversos riesgos ambientales y fuentes de contaminación a la vez. Originalmente la región tiene condiciones naturales que para su urbanización y el hábitat implican factores ambientales sensibles, como su altura, las condiciones atmosféricas, la dinámica hidrológica y la sismicidad. Las condiciones naturales se ven afectadas por la urbe y su sobrepoblación, debido al consumo extendido y la sobreexplotación de los recursos naturales. El crecimiento y consumo, incluyendo todos sus procesos e impactos bajo la perspectiva de la *Huella Ecológica*²⁹, conllevan la contaminación del suelo, el agua y el aire. La Ciudad de México perdió de esta forma su equilibrio ecológico, económico y social.

“El panorama de degradación socio-ambiental latinoamericano está marcado por un proceso de metropolización; un cuarto de la población latinoamericana vive en metrópolis. Las metrópolis latinoamericanas son la expresión desconcentrada de la degradación socio-ambiental: la gran mayoría de la población bebe agua contaminada, no dispone de cloacas, respira aire contaminado y es muy vulnerable a epidemias y desastres naturales (inundaciones, terremotos).

Las regiones metropolitanas dependen de un vasto ecosistema circundante, lo que se traduce en distancias extraordinarias en la entrada (captación de los recursos naturales necesarios para la vida de la ciudad) y en la salida (deposición de residuos naturales necesarios para la vida en la ciudad). Las metrópolis latinoamericanas, con su extrema irracionalidad en la ocupación del espacio, desarrollan un proceso de impermeabilización generalizada del suelo, por lo que son mucho más vulnerables a las lluvias, con la consecuente recurrencia de inundaciones catastróficas.” (Viola y Leis, 1991)

Bajo estas condiciones de urbanización, la población se está fragmentando en los que tienen los recursos y posibilidades de protegerse ante la contaminación y prevenir riesgos ambientales, y al otro lado las clases bajas que están en mayor grado expuestas a los impactos negativos y los daños del deterioro ambiental.

En las grandes urbes existen naturalmente zonas inhabitables, como por ejemplo barrancas y desiertos, y se están creando zonas inhabitables como zonas industriales y sitios residuales. La población urbana “sin tierra” busca terrenos baldíos y sitios residuales para asentarse, eso implica vivir frente a la contaminación, en circunstancias inseguras y de riesgo, además, con falta de infraestructura y abastecimiento básico.

Este denominado fenómeno de *vulnerabilidad* existe en la Ciudad de México igual que en otras metrópolis de países en desarrollo; a la población pobre le falta la **capacidad de prevenir**,

²⁹ Huella Ecológica: La demanda humana sobre los recursos existentes. Véase también Capítulo 4.4.

resistir y sobreponerse al impacto ambiental negativo causado por desastres naturales y por suelo, aire y agua de menor calidad, degradados y contaminados.

El riesgo ambiental que representa la Ciudad de México para su población, y en especial para la población pobre, ya se volvió un asunto diario por compartir. Desde enfermedades respiratorias, falta de agua, hasta inundaciones, los capitalinos están acostumbrados a convivir con sus catástrofes en una ciudad apocalíptica.

Desde los años 80, con los primeros programas para mitigar la contaminación atmosférica, se publican para la ZMVM nuevos programas y reglamentos en todos campos y para todos sectores, no obstante, estamos en un contratiempo ante el crecimiento demográfico continuo a un lado, y al otro, el manejo laxo del cumplimiento de normas y con poca penalización.

La Agenda Local que se elaboró para el Distrito Federal resume el año 2004 sobre el tema de residuos sólidos: “Uno de los problemas más serios de las grandes ciudades es la generación de Residuos Sólidos (RS), el insuficiente equipamiento y adecuada infraestructura para su manejo, así como el encontrar sitios para su disposición final.” **Respecto al riesgo que representan los sitios residuales para la población se escribe:** “Los rellenos sanitarios y los tiraderos a cielo abierto pueden considerarse como verdaderos reactores bioquímicos.” (GDF, 2009: 41)

8.1.2 Condiciones naturales en la cuenca del Valle de México

“La cuenca del Valle de México está rodeada de elevaciones volcánicas cuyas perforaciones alcanzan profundidades hasta de 700 metros en el subsuelo de la planicie. La multitud de conos escoriáceos que componen la Sierra de Chichinautzin, forman una barrera volcánica de lavas de tipo basáltico, lo que explica la gran permeabilidad y porosidad, así como una elevada infiltración.

En el área del Distrito Federal se localizan 25 subcuencas, las cuales forman parte de la Cuenca del Valle de México y corresponden a la región hidrológica número 26 del Río Pánuco.

Fotografía 17: Cuenca del Valle de México



Fuente: Elvira Schwanse

De las 25 subcuencas, los cauces de 11 de ellas descargan sus aguas en el drenaje de la Ciudad de México, 8 en los canales y acueductos, 4 infiltran totalmente al subsuelo y 2 descargan en el Estado de México y Morelos.

Los suelos del Distrito Federal tienen su origen en erupciones volcánicas, clasificándose en andosoles, litosoles y feozem, principalmente, aunque también se localizan suelos de tipo regosoles y los de tipo zolonchac, estos en la parte noreste del Distrito Federal. Los suelos andosoles se ubican en las partes altas del noroeste de la ciudad, cuentan con más de 60 cm de profundidad y se derivan de las cenizas volcánicas, los litosoles son suelos delgados con menos de 10 cm de profundidad, alta pedregosidad, contenido escaso de nutrientes y son fácilmente erosionables; por último, los feozem, son suelos de someros a profundos en niveles de medio a

elevado. Parte de la Ciudad se ubica sobre los suelos salinos del ex Lago de Texcoco y Chalco, donde el manto freático es casi superficial.

La vegetación del Distrito Federal inicia a partir de los 2,450 msnm, con la presencia de algunas latifoliadas representadas por encinos (*Quercus* sp.) y alnus (*Alnus* sp.); masas puras de pino (*Pinus hartwegii*, *Pinus rudis*, *Pinus montezumae* y *Pinus leiophylla*) y oyamel (*Abies religiosa*), así como la mezcla de éstas especies. El sotobosque está compuesto por pastos de los géneros *Muhlenbergia* sp., *Festuca* sp., *Calamagrostis* sp., *Agrostis* sp., *Arenaria* sp., *Draba* sp., *Trisetum* sp., principalmente.

Para el Distrito Federal se reporta la existencia de 206 especies, muchas de las cuales se encuentran en peligro de extinción debido a la presión que ejercen los habitantes de la Ciudad de México. Dentro de las especies endémicas, se encuentra el conejo teporingo o zacatucho, gato montés y venado cola blanca.

La presencia o ausencia de una determinada especie está en función del grado de perturbación que sufren los hábitats de estas especies. En el Distrito Federal el crecimiento demográfico ha ejercido una presión muy fuerte sobre los recursos naturales.” (GDF, 2000)

8.1.3 Impactos de la urbe sobre el medioambiente

Los problemas principales que afectan al medioambiente de la Ciudad de México en términos espaciales y ambientales son la intensificación de la construcción (infraestructura, vías de transporte, edificaciones), así como el agotamiento y la contaminación de los recursos naturales (agua, aire, suelo), eso con base en una sobrepoblación y acosta de la pérdida de un equilibrio económico, ecológico y social.

Los siguientes factores al nivel urbanos influyen en la agudización del conflicto de suelo:

- Crecimiento horizontal con mucho consumo de espacio (carencia de una ciudad vertical).
- Atomización periférica y discontinuidad del tejido urbano (ciudad expansiva).
- Sobre-especialización y privatización de espacio público.
- Expulsión de la población y segregación.
- Distribución inequitativa del equipamiento y de los servicios públicos.
- Especulación con terrenos urbanos y sobrevaluación de su valor.
- Ocupación irregular: asentamientos irregulares e informalidad.
- Desaparición de espacios públicos y descuido de espacios públicos y/o verdes.
- Cambios de uso de suelo por fines de privatización y comercialización.
- Carencia, ocupación y deterioro de áreas verdes, suelos de conservación (SC) y Áreas Naturales Protegidas (ANP).
- Baldíos sujetos a especulación o invasión.
- Deterioro y destrucción de barrancas (por ejemplo desechos líquidos y sólidos)
- Desaparición y contaminación de cuerpos de agua y subsuelos.
- Ocupación de grandes terrenos urbanos para la disposición de los desechos.
- Invasión de terrenos baldíos en forma de sitios sub-utilizados, contaminados, peligrosos o inadecuados (vulnerabilidad espacial).

8.2 Gestión de suelos en el Distrito Federal

El Distrito Federal se extiende sobre 149,900 hectáreas que se dividen en:

Suelo Urbano SU: 61,458 ha (41 %)

Suelo de Conservación SC: 87,310 ha (59 %)

→ *El mapa, así como los inventarios existentes, excluyen los Suelos de Conservación en el conteo de áreas verdes.*

Zonificación del territorio del Distrito Federal

Según la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, Artículo 51. *Para la zonificación del territorio del Distrito Federal se considerarán las siguientes zonas y usos del suelo:*

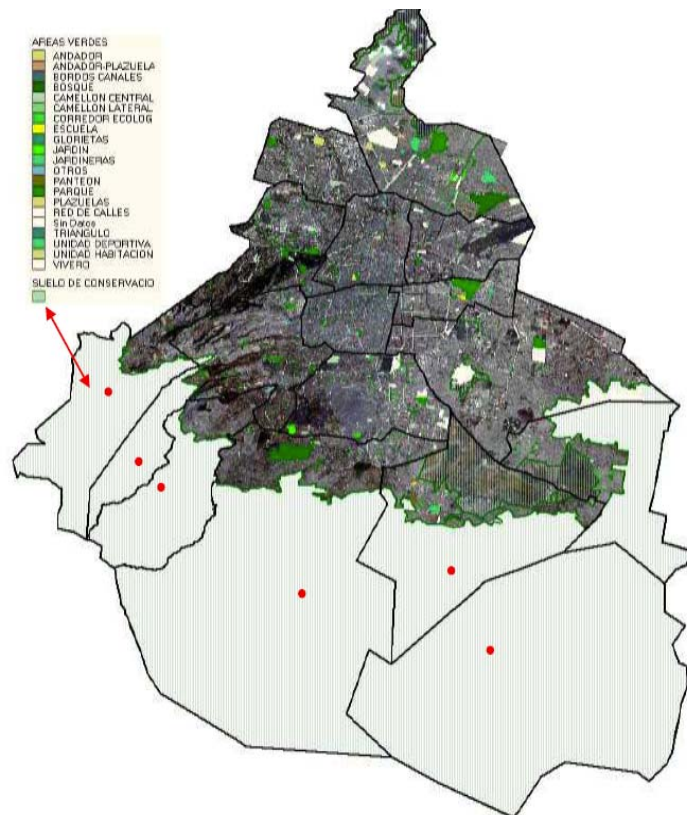
I.

En suelo urbano: Habitacional; Comercial; de Servicios; Industrial; Espacio Abierto; Áreas Verdes, y los demás que se establezcan en el reglamento.

II.

En suelo de conservación: Turístico; Recreación; Forestal; Piscícola; Equipamiento rural, Agrícola; Pecuaria; Agroindustrial, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y los demás que establezca el reglamento

Figura 20: Suelo de Conservación y Áreas Verdes en el Distrito Federal



Fuente: Inventario General de las Áreas verdes del D.F; SMA, 2003

III.

En poblados rurales: Habitacional Rural de Baja Densidad; Habitacional Rural; Habitacional Rural con Comercio y Servicios; Equipamiento Rural, y los demás que establezca el reglamento.

IV.

Las combinaciones que surjan de los anteriores, las cuales deberán estar clasificadas en los Programas correspondientes.

Las características específicas de las diferentes zonas y usos del suelo, se establecerán en el reglamento y Programas correspondientes. Las acciones sobre la zonificación quedarán determinadas en los programas correspondientes. La zonificación determinará los usos, destinos y reservas de suelo para las diversas zonas, así como la especificación de aquellos usos sujetos a dictamen de impacto urbano.

7 Delegaciones con Suelo Urbano (SU) - 61,458 ha (41 %)

Azcapotzalco, Benito Juárez Iztacalco, Cuauhtémoc, Coyoacán, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

9 Delegaciones con Suelo de Conservación (SC) - 87,310 ha (59 %)

Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tlalpan, Tláhuac y Xochimilco. Milpa Alta se encuentra completamente en SC. Los SC se ubican en el sur de la ciudad, en zonas con 36 pueblos rurales que ya fueron invadidos con asentamientos irregulares. **Las zonas invadidas con asentamientos irregulares en el SC, que se asumirá en el año 2030 a un 30 % de la superficie total del SC.**

8.2.1 Suelos de Conservación (SC)

A pesar de la importancia que el Suelo de Conservación reviste para el Distrito Federal, el crecimiento urbano desordenado y la deforestación han afectado negativamente al SC. El avance de la zona urbana en los últimos sesenta años se ha dado en una razón de 350 hectáreas por año. Asimismo, la tasa de deforestación se estima en 240 hectáreas por año. El crecimiento desordenado de la ZMCM ha provocado un desequilibrio en el balance entre la recarga y extracción de agua del acuífero de la Cuenca de México, mientras que la transformación drástica de la cobertura del suelo ha ocasionado la desaparición de especies de flora y fauna silvestre, y de ecosistemas valiosos por su estructura y función que desempeñan para el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales. (Programa en la Gaceta Oficial GDF, 2000)

Los SC cuentan con más de 1,800 especies de flora y fauna y prestan diversos servicios ambientales tales como recarga de mantos acuíferos, captura de CO₂ y partículas suspendidas; oportunidades de recreación, otras. Se estima que los Suelos de Conservación proveen entre el 60 y el 70 % del agua que consume la Ciudad de México.

Se definen 6 tipos de Suelos de Conservación: 1) Áreas forestales naturales, 2) Áreas de reforestación, 3) Áreas con matorral, 4) Áreas agrícolas, 5) Áreas Naturales Protegidas, 6) Áreas con pastizal.

Tabla 4: Distribución de Suelos de Conservación por Delegación

| Delegación | Superficie total (ha) | Superficie SC (ha) | % respecto a SC total del DF |
|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| Álvaro Obregón | 8850 | 2735 | 3.1 |
| Cuajimalpa | 8101 | 6593 | 7.5 |
| Gustavo A. Madero | 8729 | 1238 | 1.4 |
| Iztapalapa | 11605 | 1218 | 1.4 |
| Magdalena Conteras | 6609 | 5199 | 5.8 |
| Milpa Alta | 28464 | 28464 | 32.1 |
| Tláhuac | 8321 | 6405 | 7.2 |
| Tlalpan | 30870 | 26077 | 29.4 |
| Xochimilco | 12836 | 10532 | 11.9 |
| Total | 124686 | 88442 | 100 |

Fuente: Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012

Se estima que para el año 2030 se habrá perdido el 30 por ciento del Suelo en Conservación en el Distrito Federal (SMA, 2008).

8.2.1.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son una sub-clasificación de los Suelos de Conservación. La administración y normatividad de las ANP corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), a través de la CORENA³⁰ y responde al Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. En el caso de las ANP ubicadas en suelo urbano, la administración es competencia de la delegación correspondiente. Actualmente existen un total de 17 ANP establecidas en territorio del DF con un total de 15,702 hectáreas, de éstas 8 fueron decretadas por el gobierno local y 9 por el gobierno federal.

Tabla 5: Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal

| ANP de competencia local | ANP de competencia federal |
|--|--|
| 1. ZSCE. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco | 1. P.N. Cerro de la Estrella (Iztapalapa) |
| 2. ZSCE. Tercera Sección del Bosque de Chapultepec I | 2. P.N. Cumbres del Ajusco |
| 3. ZSCE. Tercera Sección del Bosque de Chapultepec II | 3. P.N. Desierto de los Leones |
| 4. ZSCE. Parque Ecológico de la Ciudad de México | 4. P.N. El Tepeyac |
| 5. ZSCE. Bosques de Las Lomas | 5. P.N. Fuentes Brotantes de Tlalpan |
| 6. ZSCE. Sierra de Guadalupe | 6. P.N. Histórico Coyoacán |
| 7. ZSCE. Sierra de Santa Catarina (Iztapalapa) | 7. P.N. Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla |
| 8. P.U. Bosque de Tlalpan | 8. P.N. Lomas de Padierna |
| ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica | 9. ZPF Los Bosques de la Cañada de Contreras |
| ZPF: Zona Protectora Forestal | |
| P.N.: Parque Nacional | |
| P.U.: Parque Urbano | |

Fuente: SMA, 2011

³⁰ CORENA – Comisión de Recursos Naturales, D.F.

Las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a constantes presiones, principalmente:

- Invasión y densificación de asentamientos irregulares.
- Deforestación y modificación de microclimas que provocan erosión y escurrimientos.
- Sobreexplotación de mantos acuíferos (1 m² capta por año cerca 2,000-2,500 litros de agua).
- Compactación del suelo y afectación de la cubierta vegetal.
- Conformación de zonas de riesgo.
- Talas e incendios.
- Explotación y aprovechamiento sin control de plantas, tierra y agua.
- Eliminación de vegetación natural para establecer cultivos agrícolas.
- Invasión y contaminación por infraestructura urbana (carreteras y otros servicios técnicos).
- Contaminación con residuos sólidos y líquidos (desagües, basura, cascajo).
- Actividades recreativas intensivas y desordenadas.
- Cambio de uso de suelo para permitir construcciones.

8.2.2 Suelos Urbanos (SU)

La delimitación de las Áreas de Actuación deberá definirse de manera específica en los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU) o los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU). En el Programa General de Desarrollo Urbano del DF se definieron para los Suelos Urbanos las siguientes Áreas de Actuación:

Con potencial de desarrollo

Son las áreas que corresponden a grandes terrenos desocupados dentro del tejido urbano, cuentan con accesibilidad vial y en su entorno existen servicios básicos de infraestructura. Son áreas donde pueden desarrollarse proyectos urbanos de bajo impacto, determinados por la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Incluye diversos equipamientos y otros usos complementarios.

Con potencial de mejoramiento

Son las áreas habitacionales ocupadas por población de bajos ingresos y que presentan altos índices de deterioro y carencia de servicios urbanos; en espacios se requiere un fuerte impulso por parte del sector público para equilibrar sus condiciones y mejorar su integración con el resto de la ciudad.

Con potencial de reciclamiento

Considera aquellas áreas que cuentan con infraestructura básica y servicios urbanos adecuados, localizadas en zonas de gran accesibilidad vial, generalmente ocupadas por vivienda popular unifamiliar de uno o dos niveles de altura y con grados importantes de deterioro estructural. Cuenta con viviendas que podrían captar población adicional a través de la ampliación, un uso más densificado del suelo, transferencia de potencialidades de desarrollo y ofrece mejores condiciones de rentabilidad.

Considera también el aprovechamiento de predios subutilizados con estacionamientos, talleres y bodegas que operan bajo la informalidad o que representan un mayor potencial del suelo. Se aplica también a zonas industriales deterioradas o abandonadas, donde los procesos urbanos y económicos deben reconvertirse y evitar impactos negativos al medioambiente.

De conservación patrimonial

Son las áreas que representan valores históricos, arqueológicos, artísticos o culturales, así como las que, sin estar formalmente clasificadas como tales, presentan características de unidad formal y propiedades que requieren de atención especial para mantener y potenciar sus valores. La definición de estas áreas deberá atender también, las disposiciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia e Instituto Nacional de Bellas Artes.

De integración metropolitana

Corresponden a las áreas ubicadas a ambos lados de la línea que delimita el DF con el Estado de México. Su planeación debe sujetarse a criterios comunes para desarrollar proyectos y acciones de desarrollo urbano que permitan mejorar las condiciones de integración entre ambas entidades.

8.2.3 Zonificación de Usos de Suelo

8.2.3.1 Suelos para áreas verdes

Según el Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal de 1982 define en el Capítulo IV: *De los Usos y Destinos*, Artículo 29: “Los usos y destinos de suelo que podrán asignarse en los Programas y declaratorias de las diferentes delegaciones son:

- I.- Habitacionales
- II.- Servicios
- III.- Industriales
- IV.- Áreas verdes y espacios abiertos
- V.- Infraestructura
- VI.- Agrícola, pecuario y forestal.”

Respecto a la Nomenclatura que defina los usos de suelos, existen diferentes tipos de definiciones o zonificaciones. No se presenta por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) o de otras instituciones competentes una definición de los términos de nomenclatura, así que queda a los municipios y delegaciones la libertad de interpretación o autodefinición de sus usos de suelos por medio de nomenclaturas establecidas, pero no determinadas estrictamente y homogéneamente. Cada uno de los 16 Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano y de los 65 Programas Parciales de Desarrollo Urbano define de su propia forma el significado de las nomenclaturas y cómo las aplican para sus usos de suelo. En el caso del estudio interesan los usos como disposición final de RSU y los usos como zonas verdes, ambos pueden tener diferentes zonificaciones y nomenclaturas que se detallan enseguida. Un ejemplo de Zonificación/Nomenclatura puede ser:

Tabla 6: Ejemplo de nomenclatura de usos de suelo

| Clave | Uso de suelo |
|-------|--|
| H | Habitacional |
| H1 | Habitacional |
| HC | Habitacional con comercio |
| HSO | Habitacional, servicios y oficinas |
| SOST | Servicios, oficinas y servicios turísticos |
| OC | Oficinas corporativas |
| SU | Subcentro urbano |
| CC | Centro comercial |

| | |
|----|-------------------------------|
| CS | Corredor de servicios urbanos |
| E | Equipamiento |
| EU | Equipamiento urbano |
| EA | Espacios abiertos |
| AV | Área verde |
| RE | Rescate ecológico |
| PE | Preservación ecológica |

Fuente: PDDU Atzacotalco 2008

8.2.3.2 Características de Áreas Verdes y Espacios Abiertos (AV y EA) – Suelos para zonas verdes

El Artículo 34 del Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal de 1982 define: Los usos y destinos de áreas verdes y espacios abiertos, y los clasifica en: Plazas y explanadas, jardines y parques, cuerpos de aguas, jardines y parques de barrio, servicios e instalaciones de infraestructura, plantas, estaciones y subestaciones, torres y antenas, chimeneas, depósitos y almacenes, silos y tolvas, tanques de agua de más de 1,000 m³, cárcamos y bombas, estaciones de bombeo, plantas de bombeo, cárcamos, taludes, bordos y retenes, protecciones contra derrumbes, protecciones contra erosión, taludes y revestidos, diques y presas, vertederos, instalaciones para control de aguas.

→ *El reglamento no divide en entre áreas verdes y espacios abiertos, así no se deja definir con exactitud qué zonas cuentan como áreas verdes. Las zonas verdes también se pueden encontrar bajo otra nomenclatura como Rescate Ecológico, Preservación Ecológica o Espacio Abierto.*

Sin embargo, la Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF) de 2000 define en el Capítulo II las Áreas verdes de diferente manera. Para los efectos de esta Ley se consideran áreas verdes:

- I. Parques y jardines;
- II. Plazas ajardinadas o arboladas;
- III. Jardineras;
- IV. Zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública; así como área o estructura con cualquier cubierta vegetal o tecnología ecológica instalada en azoteas de edificaciones;
- V. Alamedas y arboledas;
- VI. Promontorios, cerros, colinas, elevaciones y depresiones orográficas, pastizales naturales y áreas rurales de producción forestal, agroindustrial o que presten servicios eco-turísticos;
- VII. (DEROGADA)
- VIII. Zonas de recarga de mantos acuíferos; y
- IX. Las demás áreas análogas

→ *Existen dos diferentes definiciones en el DF para áreas verdes, uno en el Reglamento de Zonificación de 1982 y otra en el LADF de 2000, así queda la libre interpretación su caracterización.*

8.2.3.3 Suelos para la disposición de residuos

Artículo 35 del Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal de 1982 define: Los usos y destinos de infraestructura de las áreas y predios, sus construcciones e instalaciones se clasifican en:

V.1.6 Basureros

V.1.6.01 Estaciones de transferencia de basura

V.1.6.02 Plantas de tratamiento de basura, fertilizantes orgánicos

V.1.6.03 Incineradores de basura

→ *Sin embargo, tampoco existe coincidencia en la determinación del uso de suelo para los sitios de disposición final de RSU.*

Los sitios de disposición final pueden ubicarse en zonas urbanas o zonas rurales, en terreno estatal, federal o municipal, y en el caso del DF en suelo urbano o suelo de conservación. Terrenos estatales y federales no requieren de una especificación detallada para el uso de suelo como disposición final de RSU, cómo se pide en el caso de los terrenos municipales. Eso es por ejemplo el caso del relleno Bordo Poniente que se ubica en terrenos federales; se reporta sólo como uso de suelo “uso específico”.

Para sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos en operación se define a menudo el uso de suelo como EU–Equipamiento Urbano. En otros Planes de Desarrollo se emplea la definición IE–Infraestructura Equipamiento, pero también se define el uso EA–Espacio Abierto.

8.2.3.4 Suelos clausurados y revitalizados para las disposiciones de residuos en el DF

Para áreas libres y espacios verdes se han definido distintos usos de suelo en los Planes de Desarrollo Urbano, la definición de estas áreas incluye el uso de un ex tiradero después de su clausura en su fase de post-uso. Para sitios clausurados y saneados se aplica usualmente Espacios Abierto (EA) o Área Verde (AV). El EA da más libertad para edificaciones y usos comerciales (un máximo 10 % del área). La clasificación de sitios residuales clausurados como área verde o espacio libre no depende del cumplimiento con la norma para rellenos sanitarios (NOM-083- SEMARNAT-2003).

En los años 80 se clausuraron varios tiraderos dentro de la Ciudad que se transformaron en parques y zonas verdes, en total se liberaron y entregaron a la ciudadanía acerca de 300 hectáreas revitalizadas, las cuales son:

- Santa Cruz Meyehualco – Parque Cuitláhuac, el tiradero más grande del mundo durante su operación hasta 1983, en Iztapalapa (148 ha).
- Alameda Poniente en Santa Fe (68 ha).
- Alameda Oriente en la delegación Gustavo Madero (83 ha).
- San Lorenzo Tezonco (13 ha), en parte hoy día sede para la UACM – Plantel Tezonco.
- Tlalpan (2 ha).
- Tláhuac (2 ha).
- Diferentes pequeños terrenos en Milpa Alta, Cerro de la Estrella, Tarango, San Mateo Nopala y San Lorenzo Texcoco.

Nuevas áreas verdes y parques recién creados sobre sitios residuales o contaminados son:

- Ciudad Jardín, sus campos deportivos a lado y sobre el tiradero de Neza I (67 ha).
- Parque Bicentenario Azcapotzalco, la ex Refinería 18 de Marzo que estaba contaminada por las operaciones con petróleo en este terreno, que fue en una parte remediada y revitalizada como parque público para Azcapotzalco (55 ha).
- El Parque Cuitláhuac, el ex tiradero Santa Cruz Meyehualco, con 148 hectáreas, en su segunda recuperación en el año 2012, después de su primera inauguración en el año 2003.

Para las 600 hectáreas de la etapa VI e Bordo Poniente recién clausuradas y las 1,000 hectáreas en total que abarca el ex relleno sanitario del DF, no existe idea o plan alguno respecto a una naturización o creación de un espacio verde que contribuiría al mejoramiento ambiental de la zona metropolitana con un nuevo “pulmón verde”.

Con el ajardinamiento de Bordo Poniente (1,000 ha) subiría el promedio de 15 m²/hab. de áreas verdes en el DF a 16.3 m²/hab. para sus 8.85 millones de habitantes.

8.3 Áreas Verdes en la Ciudad de México

8.3.1 Distribución de Áreas Verdes en la Ciudad de México

Tan importante es el espacio vegetal en la vida humana, que la Organización Mundial de la Salud recomienda un promedio de 9 a 16 m² por habitante, rango que en México hasta el año 2005 apenas llegaba al 3.2 m²/hab. De acuerdo con datos publicados en la Agenda Ambiental de la Ciudad de México 2007-2012, desde la década del setenta el porcentaje de área verde por habitante en la Ciudad de México prácticamente ha permanecido invariable, si acaso se ha movido con una tendencia a la baja debido al crecimiento urbano y a la presión inmobiliaria. La zona urbana crece cada año 350 hectáreas, para el año 2030 los Suelos en Conservación habrán disminuido hasta un 30 %, la tasa de deforestación es de 240 hectáreas por año. A pesar de todas las leyes y reglamentos de la Ciudad de México para proteger sus áreas naturales, éstas están amenazadas por el crecimiento urbano desordenado y sufren de deterioro, además, su fauna y flora está en peligro de extinción.

“México hasta el año 2005 apenas llegaba al 3.2 m²/hab. de área verde, incrementándose radicalmente en 8.42 m²/hab. de acuerdo a datos del Inventario General de las Áreas Verdes del Distrito Federal³¹. Este incremento se debe a que en el Inventario se consideraron áreas verdes privadas y áreas pequeñas que no cuentan con ningún tipo de manejo, asimismo se contabilizaron las zonas de barrancas en suelo urbano”. (ECOS, 2010: 6)

La Ciudad de México está caracterizada por una distribución injusta y desigual que se refleja también en la segregación espacial. El promedio de áreas verdes que se reportan para toda la Ciudad de México no permite distinguir la distribución desigual de estos espacios según la zona y la delegación. Mientras en algunas delegaciones abundan las áreas verdes, como por ejemplo la delegación Álvaro Obregón con el máximo de disposición de áreas verde (35.8 m²) y zonas arboladas (23.1 m²) por habitante en el DF, en otras, como la delegación Iztapalapa, una de las más pobres, pobladas y conflictivas, tiene el mínimo de áreas verdes arboladas con 2.8 m² por habitante. Para generar más equilibrio en la distribución, se debe enfocar en la creación y el rescate de áreas verdes en las delegaciones Iztapalapa, GAM, Venustiano Carranza, Azcapotzalco e Iztacalco, debido a su tendencia al incremento poblacional.

³¹ La cifra corresponde a zona arbolada por habitante. No obstante, en algunos documentos de la propia Secretaría del Medio Ambiente se señalan 5.4 m² de área verde/hab.

8.3.2 Estrategias del Plan Verde para la protección de espacios naturales

El Gobierno del Distrito Federal define en su Plan Verde estrategias y acciones a mediano plazo para encaminar a la Ciudad de México hacia la sustentabilidad. El Plan Verde se implementó en 2007 para 15 años y define siete ejes de trabajo.

Eje 1: Suelo de Conservación tiene como objetivo “Rescatar el Suelo de Conservación como espacio clave del equilibrio ecológico de la ciudad.”

Eje 2: Habitabilidad y espacios públicos aspira

“Rescatar y crear espacios públicos, para hacer de la ciudad un lugar de integración social que ofrezca mejor habitabilidad, confort y equidad”.

Este objetivo incluye el incremento de las áreas verdes y la dotación de infraestructura, mobiliario urbano y elementos de accesibilidad de los espacios públicos, entre otros. (ECOS, 2010: 11)

Concluye el Estudio de Monitoreo sobre las acciones del *Eje 2: Habitabilidad y Espacio Público* del Plan Verde:

“Por la recesión económica, se modificaron las acciones del Plan Verde. Canceladas fueron justamente las referidas a las áreas verdes, mismas que fueron las que menos inversión económica tuvieron en los primeros años de vida y de hecho, las que menos inversión económica requieren para su funcionamiento. Incluso en contraste con las nuevas acciones que sí representan un gasto económico mayúsculo, puesto que son obra pública.

- Mayor impulso al desarrollo de obra pública (en tiempos de crisis económica).
- Centralización de las obras públicas (Centro Histórico y cercanías).
- Desinterés y desdén por las áreas verdes.
- Desarrollo desigual del *nuevo orden urbano* del gobierno del Distrito Federal.
- Poca comunicación y colaboración con gobiernos locales (delegaciones), en contraste con una agenda transversal con administraciones locales (secretarías).
- Contradicción en el discurso oficial respecto a la meta de hacer de la Ciudad de México una “ciudad verde”, cuando en los hechos se apunta al incremento de obras (plazas públicas) y vialidades.
- Continuidad a una visión desarrollista por encima del equilibrio ecológico.
- Persistencia de una gestión de gobierno más interesada en las grandes obras que en el desarrollo de proyectos locales de menor escala pero de mayor alcance.” (ECOS, 2010: 31)

Enseguida se presentan diferentes inventarios para distintas áreas naturales, que a veces confunden más que generan claridad sobre el manejo adecuado o las concesiones que se restringen o se permiten en sus respectivas áreas.

Figura 21: Plan verde de la Ciudad de México



Fuente: Plan verde [en línea]

8.3.3 Diferentes inventarios de Áreas Verdes para el DF

La creación y recuperación de espacios verdes es un punto esencial de la tesis, sin embargo, se requiere de un inventario regular y homogéneo para poder evaluar la existencia y el aumento de áreas verdes en términos de mejoramiento ambiental y de la calidad urbana. Enseguida se presentan diferentes fuentes de información sobre áreas verdes y se explican sus irregularidades, con el fin de desarrollar para el *Indicador Aumento de Área Verde* una definición propia. Un problema básico en el conteo de áreas verdes presenta la definición de áreas verdes que en la Ciudad de México se maneja con diferentes interpretaciones y métodos de cálculo. Informaciones correspondientes se publican del INEGI, de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y sus dependencias, y en los Programas de Desarrollo Urbano de las delegaciones; también se refiere a monitoreo de diferentes instituciones. A continuación se presentan algunos inventarios y se explican sus incongruencias.

8.3.3.1 Inventario General de Áreas Verdes del DF (IGAVU)

La Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal elaboró un Inventario General de Áreas Verdes del DF. Se midió con un Sistema de Información Geográfica (GIS) todas las superficies con más de 50 m². El inventario se divide en Áreas Verdes (AV), Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Áreas de Valor Ambiental (AVA). Suelos de Conservación (SC) no se inventarian (en ningún inventario), puesto que áreas verdes en SC se excluyen del inventario de áreas verdes.

Se definen según el IGAVU como áreas verdes (véase también mapa: Suelo de Conservación y Áreas Verdes en el Distrito Federal al inicio del capítulo):

- ANPs, AVAs,
- AV, que se componen de:
 - Escuelas y/o dependencias públicas,
 - Parques (parque, jardín, plaza, deportivo, plazuela),
 - Alamedas,
 - Vialidades (camellones, glorietas, isletas, triángulos, bordos canales)
 - Unidades habitacionales,
 - Panteones,
 - Viveros,
 - Bosques,
 - Barrancas.

Las AVAs y ANPs se definen de la siguiente manera:

Áreas de Valor Ambiental AVA: Las grandes áreas de valor ambiental en el DF son: Bosque de Chapultepec (Miguel Hidalgo), Bosque de Tlalpan, Bosque de Aragón (Gustavo A Madero), Bosque de Pedregal (Tlalpan), Bosque Natividades (Xochimilco), Parque las Américas (Álvaro Obregón), Parque Xochimilco Cuemanco (Xochimilco), Parque Tezozómoc (Atizapán).

Áreas Naturales Protegidas ANP: Se declaran con el fin de la protección y la conservación de recursos naturales de importancia. Los ANP es una subclasificación de SCs, no obstante se ubican algunas ANPs en Suelos Urbanos.

Tabla 7: Inventario de diferentes suelos que cuentan como AV

| Tipo de espacio verde | Superficie | Porcentaje |
|------------------------------|------------|------------|
| Áreas Verdes AV | 7,554 ha | 0.589 |
| Áreas de Valor Ambiental AVA | 805 ha | 0.063 |

| | | |
|--------------------------------|-----------|--|
| Áreas Naturales Protegidas ANP | 4,469 ha | 0.348 |
| Total | 12,828 ha | 100% AV (o 20.9 % del SU, 8.6% del Suelo total del DF de 149,900 ha) |

Fuente: Inventario General de Áreas Verdes del DF, 2003

→ Se incluye en el inventario de AV áreas verdes de construcciones (escuelas y dependencias públicas) y suelos impermeabilizados (plazas y alamedas). Tampoco se divide en espacios verdes de acceso público y de uso privado (por ejemplo, unidades habitacionales). Aparte cuentan todas las áreas de las vialidades. Las 12,828 hectáreas se distribuyen con 14.5 m² por habitante³² de disposición de AV.

8.3.3.2 Inventario del Centro GEO, UNAM

La estadística se basa en la unidad mínima de 160 m² de áreas verdes. Se consideran áreas verdes potenciales aquellas áreas en terrenos públicos (camellones, terrenos baldíos, barrancas, lomeríos, zonas agropecuarias abandonadas) susceptibles a identificarse por percepción remota. La mitología aplica la clasificación de imágenes para obtener la distribución, tipos y características de las áreas verdes que después fueron clasificados. (Rivas, 2005: 103)

- No se incluye Milpa Alta por encontrarse totalmente dentro del Suelo de Conservación.
- Interesante resulta la diferenciación en diferentes tipos de espacios verdes en zonas arboladas y zonas con pastos y arbustos así como áreas verdes bajo manejo.

Con este inventario el promedio para el DF asciende a 15.1 m²/hab. Si se cuentan las áreas verdes que están bajo mantenimiento y con ello se garantiza una sostenibilidad ambiental según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, se dedica a cada habitante sólo 5.3 m² de AV en el DF.

Tabla 8: Espacios verdes por Delegación en el DF

| Delegación | Área km ² | Total áreas verdes | Áreas verdes | Zonas Arboladas | Zonas de pastos y arbustos | Áreas verdes | Zonas arboladas | Áreas verdes bajo manejo | Población |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------|-----------------|----------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| | (*) | Km ² | % sup Del. | % | % | m2/hab | m2/hab | m ² /hab | (año 2000) % |
| Álvaro Obregón | 61.12 | 24.59 | 40.2 | 64.5 | 35.5 | 35.8 | 23.1 | 4.3 | 8.1 |
| Azcapotzalco | 33.51 | 4.28 | 12.8 | 54.7 | 45.3 | 9.7 | 5.3 | 5.6 | 5.2 |
| Benito Juárez | 26.51 | 1.19 | 4.5 | 99 | 1 | 3.3 | 3.3 | 5.9 | 4.2 |
| Coyoacán | 54.01 | 20.13 | 37.3 | 76.7 | 23.3 | 31.4 | 24.1 | 7.4 | 7.5 |
| Cuajimalpa | 15.08 | 5.55 | 36.8 | 46.4 | 53.6 | 36.7 | 17 | 1.5 | 1.8 |
| Cuauhtémoc | 32.67 | 1.81 | 5.5 | 74 | 26 | 3.5 | 2.6 | 5.1 | 6.1 |
| G. A. Madero | 87.29 | 14.26 | 16.3 | 47.3 | 52.7 | 11.5 | 5.4 | 8.8 | 14.5 |
| Iztacalco | 23.12 | 2.25 | 9.7 | 54.7 | 45.3 | 5.5 | 3 | 8.6 | 4.8 |
| Iztapalapa | 113.37 | 18.32 | 16.2 | 27.1 | 72.9 | 10.3 | 2.8 | 1 | 20.8 |
| M. Contreras | 14.08 | 1.82 | 16.2 | 27.1 | 72.9 | 10.3 | 2.8 | 2.3 | 20.8 |
| Miguel Hidalgo | 47.69 | 8.89 | 18.6 | 57.3 | 42.7 | 25.2 | 5.7 | 12.6 | 2.6 |

³² Según INEGI 8.85 millones hay habitantes en el DF en 2010.

| | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Tláhuac | 19.17 | 2.27 | 11.8 | 4.4 | 95.6 | 7.5 | 0.3 | 2.4 | 3.6 |
| Tlalpan | 48.29 | 11.8 | 24.4 | 88.9 | 11.1 | 20.3 | 18 | 8.3 | 6.8 |
| V. Carranza | 33.87 | 5.23 | 15.4 | 23.5 | 76.5 | 11.3 | 2.7 | 3.1 | 5.4 |
| Xochimilco | 22.9 | 5.89 | 25.7 | 60.8 | 39.2 | 15.9 | 9.7 | 3.8 | 4.3 |
| Distrito Federal | 632.66 | 128.28 | 20.4 | 55.9 | 44.1 | 15.1 | 8.4 | 5.3 | 100 |

Fuente: Inventario General de Áreas Verdes, Centro GEO, 2003

* En las delegaciones con Suelo de Conservación en su territorio, estas cifras no lo incluyen; salvo los casos de Gustavo A. Madero e Iztapalapa, cuyo porcentaje de SC es poco significativo

El resultado reporta un 20.4 % del suelo urbano cubierto por áreas verdes públicas y privadas, de esta superficie el 55.9 % son zonas arboladas, el resto (44.1 %) son zonas de pastos y/o arbustos. En estadísticas previas al Inventario, la estimación de la superficie de áreas verdes era del 7.3 % del suelo urbano; la diferencia se explica por varios factores. En el presente inventario se incluían las áreas privadas, el universo de pequeñas áreas verdes que no cuentan con ningún tipo de manejo y las zonas de barrancas en suelo urbano, entre otros. (Rivas, 2005: 103)

8.3.3.3 Inventario de los Cuadernos Estadísticos Delegacionales de 2008

Siguiente inventario de los Cuadernos Estadísticos Delegacionales de 2010 de INEGI diferencia en tipos de área verde y en zonas arboladas y zonas con arbustos.

Tabla 9: Inventario de AV en el DF, 2010

| Delegación | No. AV | Tipo de área verde | % Zona arbolada | % Pastos Arbustos | Área verde [m ² / hab] | Zona arbolada [m ² / hab] |
|-------------------------|--------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Álvaro Obregón | 1 | PN | 64.5 | 35.5 | 35.8 | 8.1 |
| Coyoacán* | 1 | PN | 76.7 | 23.3 | 31.4 | 7.5 |
| Iztapalapa** | 2 | PN, ZSCE | 27.1 | 72.9 | 10.3 | 2.8 |
| GAM | 2 | PN, ZSCE | 47.3 | 52.7 | 11.5 | 14.5 |
| Tlalpan | 3 | PN, PU, SCE, APRN | 88.9 | 11.1 | 20.3 | 6.8 |
| Miguel Hidalgo | 3 | ZSCE | 57.3 | 42.7 | 25.2 | 2.6 |
| Xochimilco | 1 | ZSCE | 60.8 | 39.2 | 15.9 | 4.3 |
| Cuajimalpa*** | 2 | PN | 46.4 | 53.6 | 36.7 | 1.8 |
| Venustiano Carranza | 0 | Nada | 23.5 | 76.5 | 11.3 | 5.4 |
| Azcapotzalco | 0 | Nada | 54.7 | 45.3 | 9.7 | 5.2 |
| Tláhuac | 1 | ZSCE | 4.4 | 95.6 | 7.5 | 3.6 |
| Iztacalco | 0 | Nada | 54.7 | 45.3 | 5.5 | 4.8 |
| Magdalena Contreras**** | 2 | PN, REC | 27.1 | 72.9 | 10.3 | 20.8 |
| Cuauhtémoc | 0 | Nada | 74 | 26 | 3.5 | 6.1 |
| Benito Juárez | 0 | Nada | 99 | 1 | 3.3 | 4.2 |
| Milpa Alta | 1 | PN | -- | -- | -- | - |
| Promedio DF | | | 55.9 | 44.1 | 15.1 | 8.4 |

Fuente: INEGI, Cuadernos Estadísticos Delegacionales, 2008

Nomenclaturas: PN – Parque Nacional; APRN – Área de Protección de Recursos Naturales; PU – Parque Urbano;

ZSCE – Zona Sujeta a Conservación Ecológica; REC – Reserva Ecológica Comunitaria; VS – Vegetación secundaria en sus distintas fases de desarrollo: herbácea, arbustiva y arbórea.

* Coyoacán: Centro Histórico de Coyoacán;

** Iztapalapa: Cerro de la Estrella (ANP de competencia federal) y la Sierra Santa Catarina (ZSCE compartida con Tláhuac)

- *** Cuajimalpa: Desierto de los Leones (compartido con Álvaro Obregón) e Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (ANP de competencia federal)
- **** Magdalena Contreras: Cerro del Judío (Lomas de Padierna, ANP de competencia federal) y San Nicolás Totolapan.

→ *Las AV de Milpa Alta no se inventarían porque la Delegación se ubica completamente en Suelo de Conservación. Si se cuentan como AV sólo las áreas verdes arboladas, se dedican únicamente 8.4 m² a cada habitante en lugar de 15.1 m². En la declaración de la Zona arbolada por habitante hay una diferencia con la declaración anterior para la delegación Álvaro Obregón (Centro GEO 23.1 m²/hab., INEGI: 8.1 m²/hab.).*

8.3.3.4 Declaración de AV en los Planes Delegacionales de Desarrollo

Otros inventarios se presentan por parte de las delegaciones y de las zonas especiales que publican por parte de la SEDUVI³³ en sus respectivos Programas de Desarrollo, sus usos de suelos y sus áreas verdes, entre otros. El Programa de Desarrollo Municipal de Nezahualcóyotl se proporciona en las informaciones de los municipios del Estado de México³⁴. Algunos planes están actualizados (a partir 2009), otros son todavía fruto de administraciones políticas anteriores (de 2004/ 2005). Los datos proporcionados no coinciden con los datos que proporcionan INEGI, centro GEO o el GDF. Tampoco coinciden las zonificaciones y nomenclaturas para espacios verdes o áreas verdes, varía en cada Plan de Desarrollo, e incluso en el mismo plan se declaran de diferente manera³⁵.

Se presentan enseguida datos de las zonas, delegaciones y municipios que son parte de la investigación. Aquellos son: Santa Fe en la delegación Álvaro Obregón, la delegación Iztapalapa, la delegación Azcapotzalco y el municipio Nezahualcóyotl, ya ubicado en el Estado de México.

Se anotan en la tabla los Suelos Urbanos y los Suelos en Conservación, así como las declaraciones sobre Áreas verdes o Espacios Abiertos en los respectivos Programas de Desarrollo. Hay varios espacios verdes que están declarados bajo otras nomenclaturas, como Espacios Abiertos (EA). De los Programas y de los planos con las zonificaciones no se puede deducir qué áreas incluyen los gobiernos locales en el inventario de sus áreas verdes. Muchas declaraciones incluyen a los ex tiraderos revitalizados en forma de espacios abiertos, si se incluyen también panteones, camellones, áreas verdes privadas, etc., no se sabe.

³³ <http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/index.php>

³⁴ http://portal2.edomex.gob.mx/sedur/planes_de_desarrollo/planes_municipales/Nezahualcóyotl/index.htm

³⁵ Ejemplo del Programa Delegacional de Desarrollo de Azcapotzalco: Se reportan para el año 2005 solo espacio con uso de EA y de E en el capítulo del uso de suelos urbanos (pág. 20) pero no se mencionan AV. No obstante, se menciona en otro parte (pág. 31): "... se cuenta con 54 parques y jardines destacando dos grandes Áreas Verdes... [] con una superficie de 52.4 ha. []. Los subsistemas de Deporte y Recreación cuentan con un área de aproximadamente 76 ha." Así que éstas áreas que pueden contar con áreas verdes están inventariados como E – Equipamiento.

Tabla 10: Áreas verdes en las zonas de Estudio según los Planes de Desarrollo

| | | | |
|---|---|--|---|
| Santa Fe PPDU 2012 34,494 hab 37 hab/ha (219,394 personas con población flotante) | 931 ha SU: 890 ha (95.7%) SC: 41 ha (4.3%) 15 ha RE (1.58%) 26 ha RE (1.58%) 26 ha PE (2.66%) Barrancas, Ríos | AV: 261.7 ha (28.1%) | AV: 142 ha (15.7%) EA: 1,155 ha Incluye: Alameda Poniente (37 ha) y Prados de la Montaña (24 ha) |
| Iztapalapa PDDU 2008 1,815,786 hab 156 hab/ha | 11,667 ha SU: 10,815 ha (92.7%) SC: 62 ha (7.3%) ANP: 143 ha Parque Nacional Cerro de la Estrella CE: 576 ha Sierra de Santa Catarina, con 837 asentamientos irregulares | EA: 4.5 m ² /hab AV: 1.7 m ² /hab | EA: 1,298 ha (12%) Incluye: Parque Cuitláhuac y Santa Cruz Meyehualco (148 ha) AV: N.D. SC: 852 ha (7.3%) |
| Azcapotzalco PDDU 2008 414,711 hab 124 hab/ha | 3,354 ha 100% SU | EA: 2.2 m ² /hab (100.6 ha) | EA: 100.6 ha (2.9%) |
| Nezahualcóyotl PDDU 2009-2012 1,110,565 hab 174 hab/ha | 6,374 ha (80.9%) ZNP Federal 1,502 ha (19.1%) | AV: 269 ha 2.4 m ² /hab (4.2%) | Zona Urbana 100% ERD 77 ha (0.98%) se define como Zona de Reserva |

Fuente: Elaboración propia, con base en programas delegacionales y municipales de desarrollo urbano

SC – Suelo de Conservación, ANP – Área Natural Protegida, EA – Espacio Abierto, E – Equipamiento, RE – Rescate Ecológico, PE – Preservación Ecológica, ZNP – Zona Natural Protegida, refiere en Nezahualcóyotl el terreno del ex Vaso de Texcoco, E-RD: existen dos explicaciones en el Programa a) Equipamiento – Recreación y Deporte y b) Zona de Reserva.

Observaciones en los Planes de Desarrollo sobre sus declaraciones de áreas verdes

Santa Fe:

- El Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe proporciona datos precios y transparentes que se pueden confirmar con el mapa E-5 “Zonificación y normas de Ordenamiento.”
- Se mencionan en el mismo Programa dos datos diferentes para AV: 142 ha (pág. 70) y 261.73 ha (pág. 33). Se supone que los 261 hectáreas incluyen las áreas verdes de las zonificaciones EA, RE y PE, también denominados Áreas de Valor (AVA), así como SC (4.3 % del área total).
- Se pueden ofrecer dos diferentes cantidades de población para Santa Fe: la población registrada por censo demográfico como habitantes en Santa Fe (34,494 hab.), o la población flotante que se ubica cada día en Santa Fe (219,394 personas).

Iztapalapa:

- El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Iztapalapa de 2008 con el respectivo mapa contienen algunas contradicciones o informaciones no transparentes.

- Se nota la carencia de espacios abiertos y áreas verdes, en grandes áreas libres y con potencial natural (852 ha) ocupan la Sierra Santa Catarina y Cierro de la Estrella, caracterizados como Suelos en Conservación (SC).
- Se reporta para el año 1997 un 6 % de EA, y para 2007 un 12 % de EA, lo que deja concluir que se cambiaron los métodos de conteo a favor de la delegación.
- Se reportan las AV por habitante, pero no se detallan con más cifras en el Programa. Probablemente se trata de áreas denominadas como AV del Cerro Peñón del Marqués, del Volcán Yuhualíxqui y del Canal Nacional, aunque este último merecería más la denominación de área residual.
- De las 576 ha del área de Conservación Ecológica en la Sierra Santa Catarina, un 50% está invadido con 837 asentamientos irregulares, así se pueden inventariar solamente 288 ha como área natural (Conservación Ecológica) restante en el SC.

Azcapotzalco:

- El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Azcapotzalco de 2008 con el respectivo mapa reportan informaciones transparentes respecto a sus áreas verdes, que no existen.
- El territorio se ubica 100 % en Suelo Urbano, no hay SC (con sus respectivos subclasificaciones).
- Se menciona que no hay AV en la delegación, se reporta la disposición de 2.2 m²/ha, pero como EA. De importancia en estos EAs son el Parque Tezozómoc y la Alameda Norte, los demás son áreas recreativas en forma de unidades de deporte.

Nezahualcóyotl

- En el Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012 del municipio Nezahualcóyotl se crea una propia nomenclatura que deja poca transparencia sobre qué terrenos o nomenclatura se dedican a qué uso.
- Se encuentran dos diferentes mapas con las zonificaciones de suelos, ambos deben ser del año 2004; entre los dos varían las nomenclaturas para los terrenos ubicados en el ex tiradero Neza I y los terrenos vecinos, algunos ya ubicados en la zona federal.
- Para el municipio mexiquense no se dividen los espacios en SC y SU como en el Distrito Federal, no obstante existe una gran Zona Natural Protegida en terreno federal en ex vaso de Texcoco, que sirve como extensión de los terrenos residuales de Bordo Poniente. Este terreno se asuma como ZNP y en un 19.1 % del terreno total a la superficie municipal; sin embargo, para el conteo correcto se deben considerar solamente los 6,374 ha de terreno municipal, y se excluyen los 1,502 ha de terreno federal que es ZNP.
- El Plan reporta: “La densidad de ocupación del territorio municipal para usos urbanos está saturada al 100 %, no existen grandes reservas de suelo y las presiones de crecimiento solamente se registran apuntando hacia el norte de la zona centro, hacia los terrenos que actualmente son ocupados por los tiraderos.”(pago. 65)
- Se reporta en el texto tres veces la existencia de AV, siempre con los mismos datos de 269 ha que equivalen a un 4.25 % del terreno total del municipio o a 2.4 m²/hab. Sin embargo, en la tabla de Usos de Suelo no se reportan usos de suelo de nomenclatura AV.
- En los dos mapas se denomina la zona federal, que empieza detrás del tiradero revitalizado en el proyecto “Ciudad Jardín”, una vez como ZNP y *Equipamiento Urbano*, o como *Leche Lacustre Pertupado*, o como *Área Libre y Zona utilizada para la disposición de residuos sólidos*.
- Queda por interpretar dónde se ubican las 269 ha de AV y si Ciudad Jardín o partes de la ZNP se inventariaron como áreas verdes, porque las demás superficies del municipio ya están urbanizadas.

8.3.3.5 Conclusión: Discrepancia entre los datos sobre áreas verdes

Surgen dificultades en la comparación y el cálculo con diferentes fuentes de datos sobre áreas verdes en la Ciudad de México.

- En Iztapalapa se reporta en su PDDU 1.7 m² de AV, en lugar de 10.3 m²/hab., como lo reporta el SMA-DF.
- En Azcapotzalco, según su PDDU no hay AV, se reporta sólo el EA con 2.2. m²/hab. La SMA reporta 9.7 m²/hab. de AV para esta delegación.
- En Nezahualcóyotl se reportan 2.4 m²/hab. de AV. Los datos no se pueden encontrar ni aprobar con otras fuentes o por medio de la revisión y comparación del mapa del municipio. Principalmente se duda del inventario que excluye los Suelos en Conservación y que cuenta solamente los Suelos Urbanos. La definición de la Ley Ambiental según la cual los SC cuentan como suelos cubiertos con vegetación eobsoleta, ya que se invado una gran parte de estos suelos con asentamientos y construcciones. (véase cap.8.2.1.)

Se recomienda establecer una nomenclatura, así como un inventario que homogenice y que sea obligatorio para todos los Programas de Desarrollo por las siguientes razones:

- Existen diferentes métodos de cálculo, defunciones y clasificaciones para las áreas verdes que resultan en diferentes declaraciones.
- Como lo define también el Reglamento de Zonificación para el DF, inventarían los gobiernos locales normalmente sus camellones, vialidades, deportivos y alamedas, panteones, espacios verdes privados etc., como AV. No parece justo incluir en el inventario espacios privados o sellados.
- En algunos casos se reportan los Espacios Abiertos como AV, esto coincide con la situación que muchos parques y áreas verdes están caracterizados como EA. Queda la duda sobre cuándo se denomina un espacio verde como AE y cuándo como AV.
- Los Programas de Desarrollo no explican sus metodologías de inventario para los AV, así que no se sabe qué reportan como AV, y si todos reportan los AV de la misma manera.
- Existe la duda de si cada Programa de Desarrollo reporta de forma diferente las áreas verdes, espacios abiertos u otros espacios de recreación que podrían clasificarse como áreas verdes, así que, por ende, los datos de los diferentes Programas no son comparables.

Tabla 11: Vista General de las áreas verdes de la Ciudad de México

| | Tipo de Suelo | Tamaño | Porcentaje | Población |
|----|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|---|
| DF | Suelo de Conservación (SC) | 87,310 ha | 59% (resta 29%) | 8.85 mil (INEGI 2010) |
| | SC invadido con construcción* | (43,655 ha) | 30% | |
| | Suelo Urbano | 61,458 ha | 41% | |
| | Superficie total del DF | (148,768 ha) Ø 149,000 ha | 100% | |
| AV | Áreas Verdes (AV) | 7,554 ha | 5% | (14.49 m ² /hab) Ø 15 m ² /hab |
| | Áreas de Valor Ambiental (AVA) | 805 ha | 1% | |
| | Áreas Naturales Protegidas (ANP) | 4,469 ha | 3% | |
| | Total AV+ AVA+ ANP | 12,828 ha | 8.6%del total | |

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la investigación

* Se estima que hasta el año 2030 se habrán perdido el 30 % del SC en el DF (SMA, 2008).

Queda la tarea de cómo definir el Área Verde de forma adecuada, si se deben incluir los Suelos en Conservación con vegetación, si cuentan tanto los espacios privados como los espacios

públicos verdes, si es correcto incluir el poco verde existente entre las vialidades o los panteones; otra exclusión e inclusión de áreas se refiere a las áreas verdes con/sin mantenimiento, así como con/sin arborización.

CASOS DE ESTUDIO

9 Tiraderos reutilizados en el DF

Fotografía 18: Neza III. Tiradero vecino de Ciudad Jardín, Neza II



Fuente: Elvira Schwanse

Los sitios de disposición final en la Ciudad de México eran en su mayoría tiraderos a cielo abierto, la conciencia ambiental y necesidad para depositar los desechos de forma adecuada se desarrolló a partir de los años 80, cuando los tiraderos presentaban un riesgo mayor para la salud pública de la población del DF, y cuando el Gobierno quería cambiar su mala imagen de ser la metrópolis más contaminada del mundo.

En los años 80 (de 1985 a 1987) se clausuraron ocho tiraderos que estaban en condiciones no soportables, con el fin de sustituirlos por los nuevos rellenos sanitarios de Bordo Poniente, Santa Catarina y Prados de la Montaña. Santa Catarina fue clausurado en el año 2007, aunque hoy día sigue en funcionamiento con una planta de separación. Prados de la Montaña cerró en 1994. La cuarta etapa de Bordo Poniente terminó en 2012, cuando fue clausurado todo el Bordo Poniente.

La Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) del Distrito Federal vigila con una Brigada de Monitoreo³⁶ los sitios clausurados. En el año 1997 se deja el monitoreo de los tiraderos muy pequeños (hasta 2 ha) ubicados en Milpa Alta, Tláhuac y Cerro de Estrella, ya que fueron tapados (como el caso de la mina de arena en Cerro de la Estrella) o invadidos con construcciones de vivienda.

Hoy en día se monitorean 11 sitios de disposición final clausurados: las cuatro etapas de Bordo Poniente, Santa Cruz Meyehualco, Prados de la Montaña, la Alameda Poniente en Santa Fe, el Parque Tlalpan, Santa Catarina (ya en los límites de Edomex) y las dos etapas en San Lorenzo Tezonco.

Tabla 12: Sitios de disposición final de RSU clausurados en la Ciudad de México

| Nombre del sitio/ubicación | Período operación de | Área predio (ha) | Cantidad de RSU (Mt) | Tipo / Uso |
|--|----------------------|------------------|----------------------|---|
| Bordo Poniente / Zona Federal del ex Lago de Texcoco | 1984-2011 | 1,000* | 69.5 | Sin acceso al público. |
| Zona GAM | 1970 – 1986 | 43 | Casajo de 1985 | Parque re-vegetado, arbolado, con instalaciones recreativas, sin acceso al público. Entregada en 2008 a CONAGUA |
| Etapa I | 1984-1988 | 70 | 4.16 | Cubierta térrea, sin capa vegetal. |
| Etapa II | 1988-1991 | 75 | 3.17 | Cubierta térrea, sin capa vegetal. |
| Etapa III | 1991-1995 | 104 | 5.46 | Cubierta térrea, sin capa vegetal. |
| Etapa IV | 1995 -2011 | 372 | 60 | Cerrado en diciembre de 2011; Licitación para clausura y aprovechamiento de biogás. |
| Alameda Oriente Delegación V. Carranza | 60's – 1987 | 83 | NC | Parque con acceso al público, arbolado, con lago y campos deportivos. |
| San Lorenzo Tezonco I Deleg. Iztapalapa | 1983-1985 | 8.7 | 1.3 | Cubierta térrea y vegetación invasiva, sin acceso al público. Parte de terrenos de la UCM. |
| San Lorenzo Tezonco II Deleg. Iztapalapa | 1983-1985 | 4 | NC | Cubierta térrea y vegetación invasiva, sin acceso al público. Conflicto de ocupación en linderos. |
| Alameda Poniente (tiradero Santa Fe) Del. Álvaro Obregón | 1952-1987 | 68 | 25-30 | Parque arbolado, incluye estacionamiento, ágora y campos deportivos. Acceso limitado al público. |
| Prados de la Montaña Del. Álvaro Obregón | 1987-1994 | 24 | 5.6 | Clausurado con normas EPA, cubierta vegetal inducida, captación y quema de biogás. |
| Parque Cuitláhuac (Sta. Cruz Meyehualco Deleg. Iztapalapa | 1948-1982 | 148 | 44.7 | Parque arbolado, vivero, campos deportivos, en 2012 revitalizado como <i>parque ciudadano</i> para Iztapalapa. |
| Santa Catarina Mpio. La Paz | 1982-2001 | 34 | 12.3 | Clausurado, capa vegetal inducida, sin acceso al público. Planta de Separación en operación. |
| Ciudad Jardín (Neza I) Mpio. Nezahualcóyotl | años 80-2004 | 110 | 9.6 | Revitalización en Centro comercial (43 ha) y campos deportivos (67 ha). |
| Neza II y III | años 80 -hoy día | 225 | NC | Tiraderos a cielo abierto, Riesgo de salud pública. |

NC: Sin cuantificación conocida/ (*): Incluye áreas para instalaciones complementarias

Fuente: Elaboración propia, 2012

³⁶ Se toman muestras de: Emisiones de partículas suspendidas totales, Emisión de partículas viables, Ruido, Agua tratada y residual, Composta, Agua freática, Lixiviados.

9.1 Disposición de RSU del DF: *Bordo Poniente*

Ante la clausura de los sitios de disposición final de Santa Cruz Meyehualco (1982) y Santa Fe (1987), en el año de 1985 se determinó el terreno que se destinaría como nuevo relleno sanitario para los residuos sólidos del Distrito Federal.

Figura 22: Terrenos del relleno sanitario Bordo Poniente y Lago Nabor Carrillo, ubicados en el ex Lago de Texcoco, Estado de México



Fuente: GoogleEarth, 2012

El sitio elegido para el relleno sanitario que se denominaría Bordo Poniente fue un terreno fuera del territorio del Distrito Federal, dentro de la zona federal del ex Lago de Texcoco. Entre otros aspectos, se consideró también estratégicamente esta zona para crear un *efecto barrera* a la creciente invasión de la Zona Federal por asentamientos irregulares, particularmente desde los municipios conurbados de Nezahualcóyotl y Chimalhuacán. El 15 de febrero de 1985 empezó la descarga de desechos en la Etapa I de Bordo Poniente.

Bordo Poniente consiste de cuatro etapas que operan consecutivamente. Las tres primeras etapas operaron sucesivamente hasta 1994 con una altura máxima de 8.50 metros, que suman en total una superficie acumulada de 249 hectáreas que ya culminaron su vida útil. La Etapa IV inició sus operaciones a inicios de 1994. La ubicación y límites de la Etapa IV de Bordo Poniente se definieron en 1992 mediante un convenio de colaboración entre los entonces Departamento del Distrito Federal y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La superficie total (Etapa IV) es de 372 hectáreas para el depósito de residuos sólidos, más 225 hectáreas para instalaciones complementarias para su tratamiento. En tiempos recientes (2009/2012) y hasta antes de su cierre, la recepción diaria promedio era cercana a 12,000 toneladas de RSU.

De las cuatro etapas de Bordo Poniente, sólo la Etapa IV cumple con la mayoría de las prescripciones para construcción y operación de rellenos sanitarios que establece la NOM-083-SEMARNAT-2003. Destaca la instalación de un sistema de impermeabilización sintética mediante geomembrana de polietileno de alta densidad de 1 milímetro de espesor.

9.1.1 Zona GAM

En esta área de 43 hectáreas, ubicada al este de la Etapa I de Bordo Poniente, se dispusieron principalmente residuos de demolición provenientes de los daños causados por el sismo de 1985. En 2008, el GDF por medio de la DGSU, hizo entrega a la CONAGUA de esta zona en condiciones de clausura, saneamiento y equipada para actividades deportivas con canchas de fútbol rápido, básquetbol y atletismo, así como para esparcimiento. Cuenta con un proyecto de arquitectura del paisaje y es contigua a un lago artificial con capacidad de almacenamiento de agua tratada de 16,380 m³. Sin embargo, hasta la fecha no está abierta para acceso del público en general.

Fotografía 19: Descarga de los desechos en Bordo Poniente



Fuente: Elvira Schwanse

Condiciones de mecánica de suelo

El terreno natural de Bordo Poniente se caracteriza, como todo el ex Lago de Texcoco, por un suelo de cuyo origen geológico se clasifica como lacustre, con depósitos de material tobáceo. Por su granulometría se clasifica como arcillo-limoso, de baja permeabilidad (hasta 10⁻⁹ cm/s), de baja capacidad de carga (aproximadamente 300 kg x m²), compresible y de alta plasticidad, saturado y con nivel freático somero (menos de un metro en promedio) y altamente salino (>2,500 mg/l). Desde el punto de vista edafológico predominan los suelos salino-sódicos conocidos como *Solonchak*, que en tiempo de estiaje presentan costras de carbonato de sodio conocidas como *tequesquite*.

El procedimiento para confinar los residuos consistía en la definición de frentes de trabajo para las celdas confinamiento, en los que se descargan los residuos, se acomodan y compactan a un peso volumétrico estimado en cerca de 1,000 kg/m³, para después cubrirlos con una capa de material térreo areno-arcilloso (tepetate).

Cerca del 50 % de los residuos confinados en el relleno sanitario de Bordo Poniente corresponde a materia orgánica, que en su degradación genera biogás con una composición aproximada de 60 % de CO₂ y 40 % de CH₄, en volumen. Para evitar explosiones o migración sin control, los gases se ventean a través de pozos que se instalaron en diferente número en la superficie de las cuatro etapas. Al final de la vida útil de las celdas de confinamiento, las superficies expuestas se cubren con una capa de clausura de tepetate compactado. Posteriormente se favorecerá el desarrollo de una capa vegetal, mientras en el interior del relleno continuará por años la degradación de la materia orgánica.

Plantas de Tratamiento de lixiviados

Bordo Poniente cuenta con dos plantas de tratamiento de lixiviados, una es fija y da servicio a la Etapa I, con una capacidad de diseño para 3 litros por segundo a base de procedimientos físico-químicos. La otra es móvil y opera principalmente en la Etapa IV; su proceso es mediante tecnología de ósmosis inversa (filtración presurizada por membranas) con una capacidad para aproximadamente 10 m³ al día. Otra estrategia para el manejo del lixiviado es su recirculación al interior de las celdas de confinamiento, lo cual controla su presencia y favorece su disminución.

Al igual que en las etapas anteriores, la Etapa IV cuenta con un sistema de pozos para el venteo atmosférico del biogás (tubos de PVC). Sin embargo, es sólo parcial, principalmente en algunas zonas perimetrales al oeste del sitio. Se prevé que durante los trabajos de clausura se construirá un sistema de captación de biogás integral que posibilite su aprovechamiento energético. Además, existe una red perimetral para control de lixiviado que incluye tuberías de captación y cárcamos de extracción. También se desarrolló un programa de monitoreo ambiental con medición de parámetros relativos al biogás, el acuífero y la calidad del aire (partículas suspendidas y aerobiológicos) para todo el relleno sanitario.

Al aproximarse en 1999, la culminación del llenado de las celdas de la Etapa IV a ocho metros de altura, el GDF apreció la posibilidad de aumentar esta altura y realizó estudios de campo que apuntaban favorablemente hacia esta posibilidad, misma que fue corroborada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Posteriormente, el GDF mediante una empresa privada especializada en mecánica de suelos y el Instituto de Ingeniería de la UNAM desarrollaron estudios y una prueba de carga a escala real que determinaron favorablemente la posibilidad de elevar por lo menos a 17 metros la periferia del relleno sanitario sin ocasionar efectos adversos al funcionamiento de los canales de agua residual adyacentes a la Etapa IV de Bordo Poniente.

Fotografía 20: Planta móvil de tratamiento de lixiviados



Fuente: Elvira Schwanse

Después de diversas reuniones con autoridades de la SEMARNAT, de auditorías técnicas practicadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), de la revisión detallada de la operación de Bordo Poniente y de la información sobre metodología y resultados de los estudios realizados, la SEMARNAT emitió un resolutivo para otorgar la autorización de realizar el cierre de este sitio mediante el incremento de la altura de las celdas de residuos en 4 metros adicionales en su periferia (12 metros en total) y en siete metros en su centro (15 metros en total), extendiendo su vida útil por un periodo de 3.85 años, en dos fases, a partir de septiembre del 2004.

La primera fase, de dos años, a septiembre del 2006; a cuyo término y previa confirmación de que no hubiese causado efectos adversos a las estructuras hidráulicas adyacentes, se continuaría con la segunda fase, de 1.85 años, para concluirla en junio del 2008.

El resolutivo que emitió la SEMARNAT partió del supuesto de que al alcanzarse esta fecha se concurriría simultáneamente en alcanzar cierta cantidad autorizada de residuos a depositar y las alturas previstas para las celdas. Sin embargo, esto no fue así para dicha altura, la cual no se alcanzó debido al asentamiento del terreno natural bajo el peso de los residuos.

9.1.2 Cierre de Bordo Poniente y búsqueda de alternativas

Ante el creciente problema en la gestión de los residuos urbanos y ante la prevista clausura de Bordo Poniente a partir de 2008, en los dos años siguientes el GDF buscó nuevas alternativas para el manejo y aprovechamiento de los desechos, principalmente a través del concepto de los Centros Integrales de Reciclaje y Energía (CIREs).

Se presentaron múltiples empresas nacionales e internacionales con diferentes tecnologías y esquemas administrativos (inversión directa de capital, *private-public-partnership*, concesión, etc.) para aprovechar las 12,000 toneladas diarias de residuos que maneja el Distrito Federal. Algunas propuestas incluyeron la producción de electricidad (*waste-to-energy*). No obstante, ninguna empresa podía demostrar la eficiencia de su tecnología para una cantidad tan grande de desechos bajo las condiciones dadas en la Ciudad de México (políticas, sociales, geográficas, climáticas, logísticas y de carácter específico de los RSU). Por otra parte, el GDF y sus dependencias involucradas en el manejo de RSU no contaban con recursos financieros adicionales para cubrir el costo de las propuestas de nuevas soluciones de tratamiento de los residuos.

A su vez, no se encontró un terreno público o privado dentro del Distrito Federal para construir un CIRE o el confinamiento de los desechos bajo la administración del GDF. Tampoco se alcanzó un acuerdo con el gobierno del Estado de México para crear instalaciones de este tipo en algún municipio conurbado de aquella entidad. Sin embargo, se logró la anuencia provisional del gobierno de esa entidad para que varios rellenos sanitarios privados recibieran los residuos del Distrito Federal en tanto se crease la infraestructura propia necesaria.

Fotografía 21: Bordo Poniente, 2010



Fuente: Elvira Schwanse

En noviembre de 2010, el gobierno federal y el GDF celebraron un convenio relativo a la clausura definitiva de la Etapa IV de Bordo Poniente, el cual incluye dos puntos fundamentales: el primero establece la reducción gradual de los desechos que se disponían en Bordo Poniente, lo cual se propuso lograr el GDF mediante dos estrategias principales: la primera fue evitar la recepción en Bordo Poniente de residuos provenientes de municipios del Estado de México (unas 2,300 t) o los de origen privado que se recibían de manera informal en las plantas de selección (1,000 t). La segunda estrategia consistió en establecer acuerdos con el Sindicato de Trabajadores de Limpia para aplicar con mayor eficacia el programa de separación de residuos en fuente, con lo que se podría captar por separado su fracción orgánica para tratarla y prevenir que se envíe a disposición final. Para este propósito se amplió a 13 hectáreas el terreno de proceso de la planta de compostaje Bordo Poniente, donde se procesaban cada día entre 1,200 y 1,600 toneladas de residuos orgánicos y cuyo producto final podrá usarse, entre otros fines, como parte de la cobertura final de clausura del relleno sanitario. En 2012 el GDF aumentó sensiblemente la recepción de residuos orgánicos en esta instalación, lo que ocasionó diferendos con las autoridades federales. En la búsqueda de un acuerdo, el GDF presentó un estudio elaborado por personal del Instituto Politécnico Nacional que avala la posibilidad de recibir en esta planta hasta 2,500 toneladas al día. De esta forma, en junio de 2011 se había reducido la entrega de 12,500 t/día a entre 7,000 y 8,000 t/día.

El segundo punto del convenio mencionado estableció el 31 de diciembre de 2011 como la fecha límite para recepción de residuos en la Etapa IV de Bordo Poniente. De manera anticipada, el 20 de diciembre de 2011 el GDF anunció el cierre definitivo del relleno sanitario, lo cual ocasionó un notorio pero temporal descontrol en el manejo de los RSU de la Ciudad de México. El convenio posibilita al GDF concesionar a un tercero (empresa privada) el servicio integral que incluya las obras de clausura y el aprovechamiento del biogás, con apego a la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 y las especificaciones contenidas en los convenios vigentes.

Tras el cierre de Bordo Poniente, las autoridades capitalinas no disponían de otro relleno sanitario propio en territorio del Distrito Federal, de modo que se recurrió a rellenos sanitarios construidos y operados por el sector privado en territorio del Estado de México, a los que se destina solamente la fracción inorgánica de los RSU. Para optimizar esta solución se debe intensificar el programa de separación de los RSU a fin de maximizar la cantidad de residuos que pueden convertirse en composta y minimizar los que deben llevarse a esos rellenos sanitarios privados. Esta situación implicó un aumento en los costos unitarios del confinamiento de los residuos respecto a los que tenían en Bordo Poniente. El GDF autorizó una tarifa por tonelada dispuesta, igual para todos los sitios, de \$175.00 más los costos del flete que implica el traslado de los residuos en camiones de transferencia a distancias variables (dependiendo del punto de origen desde cada una las estaciones de transferencia y plantas de selección del GDF) que alcanzan hasta 130 kilómetros. En promedio, es posible aproximar el costo global de estos fletes en unos \$145.00 por tonelada.

Desde el cierre de Bordo Ponente y hasta mediados de 2012 se envían aproximadamente 5,550 toneladas de residuos diariamente, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13: Disposición final en rellenos sanitarios privados

| Sitio | Municipio | Toneladas/día |
|------------|-----------------------|-------------------|
| El Milagro | Ixtapaluca | 2342 ¹ |
| La Cañada | Iztapaluca | 2424 ¹ |
| Xonacatlán | Xonacatlán | 388 ¹ |
| Cuautitlán | Cuautitlán Izcalli | 501 ¹ |
| Cuautla | Cuautla | 242 ² |

Fotografía 22: Geomembrana de PEAD



Fuente: Elvira Schwanse

¹ Promedio para el periodo enero-agosto de 2012
del primer periodo de envíos, del 17 al 23 de agosto de 2012
Elaboración propia con datos e informes de la DGSU

Respecto a los costos que el proceso de clausura tendrá, el Gobierno del DF estimó que la rehabilitación de las 375 hectáreas implicará gastos de 1,000 millones de pesos (\$266/m²) para la clausura y 500 millones de pesos para el manejo de biogás.

9.1.3 Licitación para la clausura y situación actual (2012)

La licitación para la clausura de la IV Etapa Bordo Poniente y para la captación y aprovechamiento de biogás se publicó el 27 de febrero de 2012. En su publicación el GDF manifestó que la empresa que resulte adjudicada deberá, entre otros aspectos importantes, gestionar y registrar el proyecto como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o ante las instancias respectivas de los mercados voluntarios de bonos de carbono (véase Capítulo 6) para la obtención de recursos económicos por concepto de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los modelos matemáticos más actuales para estimar la generación de biogás y su aprovechamiento en la generación de energía eléctrica requieren datos para los que en el caso de la Etapa IV de Bordo Poniente no se tiene una total certeza, como son la cantidad de lixiviado existente, la posible interferencia salina, los estratos térreos intermedios, la composición de los residuos, la eficiencia de captación, etc. Dependiendo de los valores que se asignen a estas variables se han estimado capacidades de generación eléctrica que varían ampliamente entre 15 MW y 60 MW.

El *Programa de Acción Climática* del GDF (SMADF, 2008: 31) reporta una posible reducción de 4.4 millones de toneladas de CO₂eq por año a un costo de 400,000 millones de pesos para el sistema de la captura. Con la participación en un proyecto MDL y la comercialización de los

CERs, considerando un precio actual de aproximadamente 12 euros por tonelada de CO₂e_q reducida.

La licitación tiene vigencia de 25 años y la solución que se tomará será la que más convenga a los contribuyentes, es decir, a quienes menor subvención soliciten o que mayor contraprestación otorguen, siempre y cuando cumpla con un mínimo técnico y con las normas ambientales establecidas por el GDF, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Medio Ambiente (SEMARNAT). Se cuenta con dos fuentes de financiamiento.

La primera es convertir en recursos monetarios el biogás del Bordo Poniente y, en caso de no ser suficiente, se obtendrá una subvención para el proyecto del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).

La licitación define la configuración geométrica de la superficie del relleno sanitario, así como las especificaciones mínimas de la cubierta final de para cumplir con la NOM-083-SEMARNAT-2003 y las que establecen los convenios vigentes celebrados entre el GDF y las autoridades federales (CONAGUA y SEMARNAT).

Las pendientes hidráulicas para la capa de clausura están determinadas por las alturas máximas del relleno en su periferia (12 metros) y en su centro (15 metros), lo cual resulta en una inclinación máxima de 0.80 %.

Con base en estos mínimos obligatorios, para permitir la libre presentación de propuestas técnicas no se establecieron especificaciones más detalladas para otros potenciales elementos complementarios de la clausura, como es el caso de la capa vegetal,³⁷ para la que solamente se especificó que debe “integrarse al paisaje”. El desarrollo de vegetación arbórea únicamente se prevé en áreas de amortiguamiento fuera del relleno en adición a diferentes especies vegetales que se cultivan en los propios viveros de Bordo Poniente capaces de tolerar las condiciones de clima y suelos predominantes en Bordo Poniente.

A partir de abril de 2012 se configuró una participación de 12 empresas³⁸ licitantes que debieron además proponer un diseño conceptual para construir un sistema de captación y manejo de lixiviado, un sistema de drenaje pluvial y manejo de descargas, así como un sistema para la extracción, conducción, posible tratamiento y aprovechamiento energético del biogás y el respectivo sistema de conexión con las redes de distribución eléctrica.

A finales de octubre de 2012 se adjudicó la licitación a la empresa BMLMX Power Company.

³⁷ NOTA: En la base del relleno se instaló un geomembrana de polietileno de alta densidad de 1 mm de espesor, con frecuencia directamente sobre el suelo después de remover la vegetación y objetos grandes; posteriormente recibió una capa de protección de tepetate de entre 20 y 30 cm de espesor y posteriormente los residuos. La capa de clausura debe tener al menos 30 cm de espesor de material térreo compactado, según el Convenio GDF – CONAGUA de 1992, que no establece especificaciones adicionales.

³⁸ Abengoa México; BMLMX Power Company; Comercializadora Begur; Controladora Comercial e Industrial; Desarrollo Industrial y Ductos de Gas; GAMI Ingeniería e Instalaciones; Ges Constructores de México; Ecoenergía; Legado Ambiental; Proactiva Medio Ambiente México; OPC Ambiental; Sistemas de Energía Internacional.

Fotografía 23: Lago Nabor Carrillo, a un lado de Bordo Poniente



Fuente: Elvira Schwanse

“Aboitiz Saro [secretario de Obras y Servicios (SOS) del Distrito Federal] precisó que con el cierre definitivo se dejarán de emitir 1.8 millones de toneladas bióxido de carbono anuales al ambiente y se permitirá generar 58 megawatts por hora de electricidad. La planta iniciará operaciones en el año 2014, tras el cierre definitivo del Bordo. El grupo BMLMX Power Company SAPI de C.V., está integrado por cuatro empresas mexicanas y dos españolas, y se ocupará de sanear el relleno y utilizar el biogás de cerca de 72 millones de toneladas de residuos para los próximos 25 años, esto es, hasta el 2038. La inversión total para el proyecto se utilizará para los trabajos del cierre, construcción y operación de la planta y generará un ahorro de 300 millones de pesos para la capital del país, vía el alumbrado público.”

(El Economista, 1 de noviembre 2012)

Poniente en lo que resta del 2012 y durante todo 2013, en tanto que la firma del título de concesión se llevará a cabo el 7 de noviembre.

9.1.4 Futuro del Bordo Poniente y del Vaso de Texcoco

Desde el inicio, el Bordo Poniente se ubicó en terrenos federales bajo la administración de la CONAGUA, concedidos mediante un convenio para uso del Gobierno del Distrito Federal, y dado su ámbito federal están sujetos a la supervisión de la SEMARNAT. Los terrenos para disponer los residuos están fuera del Distrito Federal pero en medio de la zona metropolitana, son parte de toda la zona del ex Lago de Texcoco, que es la herencia del sistema lacustre de la antigua ciudad Tenochtitlán, con su propio ecosistema que requiere una gestión especial y muy sensible por el tipo de suelos, mantos freáticos y acuíferos.

De las inicialmente 26,600 hectáreas del ex Lago de Texcoco, cerca de 2,500 hectáreas fueron invadidas en los años setenta por el acelerado crecimiento informal de los

Fotografía 24: Ciudad lacustre



Fuente: México Ciudad Futura

municipios Chimalhuacán y Nezahualcóyotl, al sur y poniente de esta zona. En 1971 se publicó el decreto que establece los límites y extensión de la zona federal del ex Lago de Texcoco, mismo año en que se construyó el aeropuerto al poniente de ésta, que quedó limitada a 14,500 hectáreas. En 1982 los ejidatarios de Atenco y Chimalhuacán se apropiaron de otras extensiones, de manera que la superficie de la zona federal quedó integrada por 13,000 hectáreas.

Dado su carácter y características administrativas como *Zona Federal*, el ex Lago de Texcoco tiene usos específicos y acceso restringido bajo la jurisdicción de la CONAGUA en los términos de la Ley Nacional de Aguas. Sin embargo, en la carta de usos de suelo del Estado de México, el Gobierno de esa entidad clasifica esos suelos como *erosionados* y de *uso forestal*.

9.1.4.1 Proyecto Lago de Texcoco

En 1988 se desarrolló un plan para rescatar las 12,500 hectáreas remanentes de la zona lacustre de la Ciudad de México: el ***Proyecto Lago de Texcoco – Rescate Hidrogeológico***, a cargo de un equipo de ingenieros bajo la dirección del Ing. Gerardo Cruickshank García.

En el prólogo del proyecto se afirma: *“La explosión demográfica y la expansión acelerada de la mancha urbana e industrial. Junto con la deforestación, destrucción de suelos, desaparición de áreas verdes y de lagunas, el abatimiento de los recursos hidráulicos subterráneos, el comportamiento irregular de la hidrología que se manifiesta en la torrencialidad de sus corrientes, la erosión y las inundaciones, el desequilibrio de ecosistemas que integran la cuenca, aunado a la desecación de Lago de Texcoco, llevaron al deterioro ecológico del Valle de México.”*

El proyecto trató de recuperar una parte del Lago de Texcoco en términos hidrológicos, sanitarios, ambientales y ecológicos. Sin embargo, sólo se realizaron algunas ideas de este Plan Maestro visionario que ofrecía solucionar varios problemas. Las obras de ingeniería que se realizaron en este marco, como la creación del Lago Nabor y la revitalización de los suelos áridos y salados con pastizales y árboles nativos, benefician exitosamente hasta hoy día toda a la Ciudad de México.

En 2011 un grupo de arquitectos encabezados por Alberto Kalach, Teodoro González de León y Gabriel Quadri de la Torre retomaron la idea de revitalizar el ex Lago de Texcoco con el proyecto ***México Ciudad Futura – Vuelta a la Ciudad Lacustre***. El proyecto incluye la construcción del nuevo aeropuerto en estos terrenos y se considera como un proyecto urbanístico integral, con un plan de rescate hidrológico ambiental que cambiaría el paisaje urbano al devolver los lagos al valle de México.

“México Ciudad Futura, es un proyecto estratégico de planeación que recupera al antiguo Lago de Texcoco como parte de una visión integral de infraestructura, rescate ecológico y desarrollo urbano.

El proyecto propone crear un enorme polo de desarrollo que influya de manera positiva en toda el área metropolitana y en la zona central del país. Este proyecto generará un sistema de lagos contiguos e interconectados por infraestructuras urbanas. El conjunto, tres veces mayor que la

bahía de Acapulco, estará alimentado por aguas residuales que la Ciudad de México actualmente las desecha, se van directo al drenaje y devolvemos al Golfo de México sin usar.”³⁹

En 2012 se retomó la idea de este proyecto por parte de *Ingenieros Civiles Asociados (ICA)*, su presentación tiene semejanza con el proyecto “Ciudad Jardín”, realizado sobre una sección del tiradero de Ciudad Nezahualcóyotl. Se planea construir inicialmente 25,000 casas en los límites del municipio de Chimalhuacán además de un complejo comercial e industrial. El proyecto promete generar empleos en la región y un desarrollo ecológico y de negocios para revitalizar la zona del antiguo Lago de Texcoco.

Simultáneamente se presentó el proyecto ***Parque Ecológico – Lago de Texcoco***, del Arq. Iñaki Echeverría, que promueve el proyecto con la idea de construir el parque urbano más grande del mundo. La descripción del proyecto⁴⁰ incluye infraestructura que reconcilie a la ciudad con su geografía, la incorpore a los ciclos hidrológicos, elimina las inundaciones y restablezca la biota nativa a través de reforestación, revegetación y reintroducción de especies.

Fotografía: Parque ecológico Lago de Texcoco



Fuente: Iñaki Echeverría

En ambos casos, estos proyectos no involucraron la consulta pública o la participación ciudadana o de instituciones públicas reconocidas en temas de desarrollo urbano de la ZMVM. El proyecto de ICA se negoció con ejidatarios de municipios del nororiente del Valle de México y con la participación de la CONAGUA, con lo que se adquirieron cerca de 1,600 hectáreas de los ejidatarios de la zona a un precio de entre 150 y 169 pesos por metro cuadrado. La CONAGUA plantea con ello recuperar 302 hectáreas en las áreas conocidas como Hidalgo y

³⁹ <http://larevista.mx/2011/09/ciudad-futura/>

⁴⁰ <http://www.parquetexcoco.com/>

Carrizo, en el municipio de Texcoco, ocupadas de manera ilegal: *“La adquisición de la tierra tiene ese fin, una área de amortiguamiento ecológico que impida el crecimiento de la ciudad por el lado oriente en Texcoco, Atenco, Ecatepec.”* (Ing. José Luis Luege Tamargo, Director de la CONAGUA)

Futuro Bordo Poniente

Los terrenos para la disposición final de los residuos de la Ciudad de México se manejaron desde su inicio sin un plan o visión a futuro. Desde que se presentó un significativo aumento en la generación de residuos y se requirieron nuevos sitios para confinarlos, se debió contar con un plan integral para su manejo y disposición final a futuro. El debate de qué hacer para cerrar Bordo Poniente se trasladó año tras año, hasta transformarse en una situación emergente carente de respuestas a lo que pasará después de este cierre.

La decisión de clausurar definitivamente Bordo Poniente se considera más como una decisión política que una decisión con base en los diferentes estudios técnicos o ambientales, cuyas conclusiones son opuestas respecto a la vulnerabilidad del subsuelo y de los mantos acuíferos, así como de la posibilidad de continuar o no con el depósito de residuos en este sitio.

La búsqueda tanto de nuevos sitios aptos para la disposición de una creciente cantidad de residuos, como de nuevas tecnologías para disminuir las cantidades a disponer mediante el aprovechamiento de los materiales orgánicos y los reciclables, se demoró por varios años. Como en muchos otros casos, se desentendió de una planeación prudente y previsible, quedando solo la “opción de emergencia” o “planificar haciendo”.

Al momento, persiste la falta de un sitio propio para la disposición final de RSU del DF así como la acumulación de residuos de la construcción en lugares inadecuados o tiraderos clandestinos. No se discutió acerca de a qué futuros usos queremos dedicar los grandes terrenos baldíos como las casi 1,000 hectáreas de las cuatro etapas de Bordo Poniente, inscritas en una zona y

Fotografía 25: El paisaje de la Ciudad de México: Lago Nabor Carrillo y volcanes



Fuente: Iñaki Echeverría

Elvira Schwanse

un concepto aún más grande que representan las 14,000 hectáreas del ex Lago de Texcoco.

Es tiempo de iniciar la discusión pública acerca de cómo remediar los grandes sitios contaminados y cómo aprovechar de la forma más integral posible el potencial que implican estos terrenos en términos medioambientales y urbanos.

Con una discusión pública sobre el futuro uso de Bordo Poniente y el ex Lago de Texcoco se puede retomar y adelantar la discusión que ya había empezado hace 20 años: ¿Cómo garantizar la sustentabilidad de nuestra ciudad?

9.2 Nezahualcóyotl: Los tiraderos Neza I, II, III y Ciudad Jardín

El municipio de Nezahualcóyotl, también conocido popularmente por su apócope “Neza”, se ubica en el lecho del antiguo Lago de Texcoco. Su población de 1.11 millones de habitantes en 63.74 km² lo hace el municipio más densamente poblado del país (17,537 hab./km²)⁴¹. Al mismo tiempo, Nezahualcóyotl es la zona metropolitana menos ajardinada, pues cada habitante dispone de solo 3.2 m² de áreas verdes.

Fotografía 26: Neza: Falta de áreas verdes



Fuente: Imágenes aéreas México [en línea]

Del Plan de Desarrollo Municipal de Nezahualcóyotl 2009-2012 se mencionan siguientes datos y problemáticas muy significativas: *“...el olvido en su imagen urbana, los grandes niveles de pobreza existentes en algunas zonas, la escasez de servicios básicos, la falta de hospitales y de servicios de salud, la necesidad de mantenimiento de sus edificios públicos, incluyendo los de las instituciones educativas y los de salud; la falta de reforestación; la necesidad de cuidar sus áreas verdes y de recuperar sus parques públicos, la creciente demanda de mejorar su vialidad y el desarrollo urbano, los problemas de inundaciones que se dan en algunos lugares, la falta de suministro de agua potable de calidad, y la necesidad impostergable de una mayor seguridad, entre otros.”*

Las actividades económicas de Nezahualcóyotl pertenecen principalmente al sector terciario; 95% de los establecimientos se ubican en el rango de microempresas, existen cerca de 30,000 empresas registradas, se calcula que además hay otras 30,000 empresas informales. Un 60 % de la población percibe un ingreso entre uno y tres salarios mínimos, que es superior a la media nacional de 42.6 % para ese rango de ingresos. La población es muy joven; el número de las personas de menos de 15 años es de 288,000. De los habitantes mayores de 15 años, 26,138 no saben leer y escribir, esto representa el 3.21 % del total. El índice de delitos por cada 100,000 habitantes es de 1,555 delitos o 28 delitos denunciados por día, de los cuales 14 son contra personas.

Usos de Suelo

El territorio ocupado por el municipio de Nezahualcóyotl presenta una característica central: es un espacio urbano continuo en que el suelo no tiene una vocación de productividad agropecuaria. Las características climáticas, geológicas y edafológicas del territorio de Nezahualcóyotl impiden su utilización agrícola y pecuaria, debido a la baja precipitación y alta salinidad presente en los suelos de tipo salino, con una elevada acumulación de sales de calcio, sodio, manganeso y potasio.

Los usos de suelo de Nezahualcóyotl están distribuidos de la siguiente manera: Urbano (83.63 %), industrial (0.37 %) y suelo erosionado (15 %) correspondiente al vaso del ex Lago de Texcoco (9.56 km²). La mayor parte de los suelos (45 %) están clasificados para el uso *Habitacional Densidad Media con Comercio y Servicios*. Prácticamente la totalidad del territorio

⁴¹ Datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.

municipal está utilizado, casi no existen reservas de suelo (0.98 %), y solamente 269 hectáreas son áreas verdes.

Áreas Verdes

Las áreas verdes de Nezahualcóyotl comprenden 2.69 km², lo que equivale a un 4.22 % de la superficie municipal, de los que su Dirección de Parques y Jardines atiende aproximadamente al 90 %. Los parques más importantes son el Parque La Esperanza (90 ha), Parque Rey Neza (4.0 ha) y el Parque Zoológico del Pueblo (8.5 ha), éste último recibe semanalmente un promedio de 20,000 visitantes con un costo de entrada de 5 pesos por persona.

El índice de áreas verdes por habitante es de solamente 2.36 m², mientras que la recomendación internacional es de 10 m² por habitante. El municipio cuenta con ocho centros deportivos, un módulo deportivo, un salón deportivo, y también existe una serie de canchas de fútbol rápido. El Plan de Desarrollo Municipal de Nezahualcóyotl 2009-2012 reporta también doce unidades recreativas que son la Plaza Cívica, jardines vecinales, juegos infantiles, áreas de feria y exposiciones, así como salas de cine. También reconoce el déficit de áreas verdes y deportivas, su importancia para su población y plantea "...implementar programas que fomenten la creación de estos espacios vitales para el desarrollo de la comunidad."

Gestión de los residuos sólidos urbanos

La generación de residuos sólidos urbanos en Neza es de aprox. 1,200 t/día. La cobertura del servicio de recolección y disposición final de éstos es del 100 %, con atención a 73 localidades en el territorio de Nezahualcóyotl. El municipio fue el primero en la zona metropolitana en efectuar la separación de los desechos en orgánicos e inorgánicos. El ayuntamiento cobra los servicios de recolección, transporte y disposición final de RSU a cerca de 2,300 establecimientos comerciales e industriales. El servicio es gratuito para los domicilios. El municipio reporta un Tiradero Controlado denominado Neza II, con una superficie total de 36.6 ha.

9.2.1 Los tiraderos de Neza

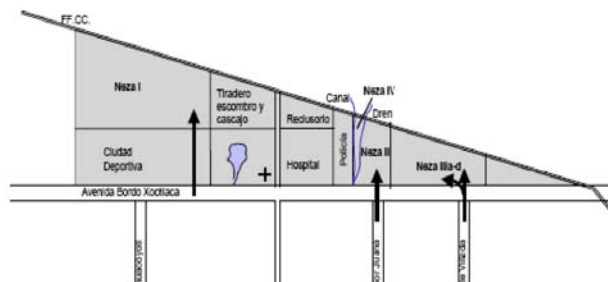
En Nezahualcóyotl han operado oficialmente tres tiraderos (Neza I, II y III) que reciben desechos desde hace unos 30 años y donde se han depositado millones de toneladas de desechos de todo tipo, de forma irregular y sin control alguno. Además existen otros tiraderos clandestinos y cientos de pepenadores y sus familias viven y trabajan entre los residuos.

Fotografía 27: Tiradero de Neza



Fuente 1: Óscar Castillo, 2012

Figura 23: Ubicación de los tiraderos Neza I, II y III antes de la revitalización de Neza I



Neza II + III: 225 ha , Total: 335 ha

Fuente: Clemente Gonzáles Taboada, IPN, 2008

Los terrenos ocupados para disponer residuos en Nezahualcóyotl son propiedad del Gobierno del Estado de México, forman un triángulo también conocido como Bordo Xochiaca, que está delimitado al noreste por un ramal del Canal de la Compañía y una vía de ferrocarril paralela que lo separa del terreno Lago de Texcoco, también en territorio del Estado de México pero con régimen de Zona Federal, bajo la jurisdicción de la CONAGUA. Cerca de su extremo oriental se

encuentran además los tiraderos irregulares del municipio Chimalhuacán, de manera que aproximadamente 500 hectáreas de esta zona del vaso de Texcoco se pueden considerar como terrenos cubiertos de residuos, virtualmente en tierra de nadie y sin control alguno.

De los tres tiraderos, Neza I se transformó entre 2004 y 2009 en *Ciudad Jardín*, Neza II fue clausurado en 2010 por una supuesta explosión generada por el biogás y Neza III también está oficialmente cerrado, pero continúan disponiéndose desechos ahí; está subdividido en cuatro áreas de tiro, de las cuales tres son reconocidas por el municipio, mientras que la cuarta es un tiradero de escombros y cascajo irregular o “clandestino”. En realidad, en 2012 aún persisten las mismas condiciones para el manejo de los residuos, pese a las grandes expectativas y proyectos que prometieron transformar los tiraderos de Neza en una “ciudad sustentable y verde”.

9.2.2 Neza II y Neza III

El 28 de octubre de 2010 ocurrió una explosión que tuvo su epicentro en las inmediaciones del tiradero Neza II y que ocasionó la completa demolición de 33 casas habitación, así como daños a otras 254 viviendas. El alcalde de Nezahualcóyotl indicó que un dictamen preliminar estableció que la acumulación de biogás en el tiradero Neza II fue la causa del estruendo y los daños en la colonia Benito Juárez. El tiradero cerró en noviembre de 2010, después de haber operado 25 años sin control alguno; llegó a recibir cerca de 200 toneladas diarias de desechos domésticos que allá transportaban los denominados “burreros” o “cartoneros”. En el sitio vivían y trabajaban aproximadamente 200 familias de pepenadores.

Con la construcción de Ciudad Jardín, en 2005 se otorgaron al municipio de Nezahualcóyotl 30 hectáreas de Neza II para la construcción de la *Planta de Separación* diseñada para procesar 1,200 toneladas al día. La planta tuvo para el municipio un costo de 60 millones de pesos, fue construida con la idea de recuperar 30 % de materiales reciclables de entre los residuos.

En junio de 2010 los pepenadores protestaron contra esta planta municipal durante su inauguración, pues con su operación temían perder las fuentes de trabajo para 600 familias. Las autoridades del ayuntamiento no dieron continuidad a este proyecto, de manera que al momento no existe ninguna claridad sobre el futuro de los tiraderos clausurados y la planta de separación⁴².

Fotografía 28: Planta municipal de separación en 2010 y 2012

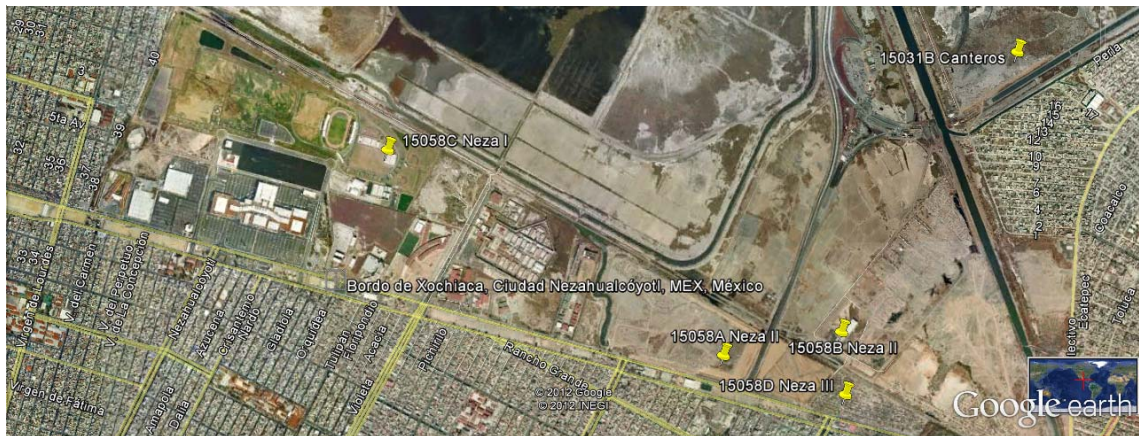


Fuente: Periódico “A Fondo”, 2012 [en línea]

42 El Universal, “PRD critica ‘privatización’ de la basura en Neza”, 29.01.2012

Las noticias más recientes, de abril de 2012, reportan que “la cantidad de basura acumulada en el tiradero Neza III se sigue incrementando, debido a que los desechos no son trasladados al relleno sanitario El Milagro, ubicado en Ixtapaluca”⁴³. La situación está a punto de detonar una grave crisis, pues el espacio que debería funcionar como punto de transferencia para residuos está sobresaturado debido a que, además de Neza, desde hace aproximadamente un año también depositan allí sus residuos los municipios de La Paz y Chimalhuacán (que carecen de sitios de disposición final propios), además de que no han trasladado basura a Ixtapaluca y otros sitios externos, lo que para agosto de 2012 había generado una acumulación de aproximadamente 250,000 toneladas en un lugar inadecuado.

Figura 24: Vista aérea de Neza I (Ciudad Jardín), Neza II, Neza II y del tiradero de Chimalhuacán



Fuente: Google Earth

9.2.3 Neza I – Ciudad Jardín

El proyecto *Ciudad Jardín Bicentenario* se inauguró en junio del 2009, como ejemplo mundial de sustentabilidad y responsabilidad social de la revitalización de un tiradero en un proyecto ecológico y sustentable. El desarrollo del proyecto corrió a cargo de la empresa GUCAHÉ, propiedad del Ing. Carlos Slim, bajo los auspicios del Gobierno del Estado de México, cuyo titular era entonces el Lic. Enrique Peña Nieto. En el Plan de Desarrollo 2004 de Nezahualcóyotl, los usos del suelo para Bordo Xochiaca se clasificaron como “Equipamiento”, con los usos específicos de E-RD: Recreación-Deporte, E-EC: Educación-Cultura y E-C: Comercio.

De acuerdo al desarrollador GUCAHÉ, *el proyecto tiene como objetivo la recuperación urbana, social y ecológica del Bordo de Xochiaca —tiradero a cielo abierto en el municipio de Nezahualcóyotl, en el Estado de México— a través de su transformación de un pasivo ambiental a un activo urbano, social y económico y no sólo modificará el entorno urbano del Bordo de Xochiaca, sino que se convertirá en un área con importantes centros comerciales, de*

43 Neza@Fondo” Sigue creciendo la montaña de basura acumulada en el tiradero Neza III”, 29.04.2012 “Hace un mes, autoridades municipales reportaron que en el centro de transferencia se habían acumulado 40 mil toneladas de desperdicios, por lo que ahora se calcula que la cifra llegó a 60 mil toneladas. En su oportunidad, autoridades municipales argumentaron que por falta de pago del gobierno del Estado de México a la empresa TecnoSilicatos de México, propietaria del relleno sanitario *El Milagro*, la basura no podía ser trasladada a ese lugar para su confinamiento.”

salud, educativos y espacios con áreas verdes y deportivas (Teorema Ambiental, 15.05.2012). Esta empresa expresó el compromiso de “simultáneamente y como parte del monto a cubrir por esa superficie (*los campos deportivos*), llevar a cabo el saneamiento, la recuperación y la rehabilitación integral de las superficies del lote A1 (*el tiradero municipal Neza I*) para transformarlos en áreas verdes, consistentes de un centro deportivo en una superficie de aproximadamente 670,000 m²” (Gaceta del Gobierno, 14 de noviembre de 2005)

El primer paso para desarrollar el proyecto fue la enajenación de un predio de 430,000 m² para la construcción del centro comercial de la empresa GUCAHÉ. A la vez, otras 23 hectáreas se denominaron “área de restricción” para que el municipio construyera la planta de separación que no está en operación y que actualmente se usa como espacio para depositar residuos. Otras fuentes (González, 2004) reportan la venta de 110 hectáreas (43 hectáreas para comercios y servicios, así como 67 hectáreas para un complejo deportivo) propiedad del Gobierno del Estado de México a la empresa GUCAHÉ por 250 millones de pesos, lo que equivale a un precio de unos 217 pesos por metro cuadrado.

Fotografía 29: Transformación del tiradero Neza I en campos deportivos



Fuente: Eduardo Farah, Espejo Red, 2011 [en línea]

Centro comercial y centro deportivo

El centro comercial de Ciudad Jardín es el primero en su tipo en Nezahualcóyotl y compite con los cinco centros comerciales más grandes en la zona metropolitana⁴⁴. Se construyó entre 2004 y 2009 con una inversión de alrededor de 3,000 millones de pesos en un predio de 43 hectáreas que alojaba antes los campos deportivos de Nezahualcóyotl. Paralelamente, se transformaron 67 hectáreas del tiradero Neza I en nuevos campos deportivos a un costo de 250 millones de pesos. Ambas superficies eran terrenos propiedad del Gobierno del Estado de México.

Las instalaciones del centro comercial ocupan una superficie de 175,000 m² con 88,500 m² construidos en los que se ubican 180 locales y 3,700 cajones de estacionamiento. En los alrededores se erigieron otras edificaciones que incluyen dos universidades, un hospital, un centro de salud y un centro de Telmex, entre otros.

⁴⁴ Los grandes centros comerciales en la zona metropolitana son: Santa Fe 225,000 m², Perisur 199,000 m², Ciudad Jardín 175,000 m², Satélite 160,000 m², Polanco 25,700 m² y Plaza Universidad 25,400 m².

Sin embargo, el centro comercial no incluye conceptos de sustentabilidad. Por ejemplo, no se arborizaron ni pastizaron áreas libres como las de los estacionamientos, no existe una gestión integral de sus residuos ni la reutilización o reciclamiento de agua. Las aguas pluviales de 400,000 m² de áreas libres pavimentadas se captan en una laguna, pero el sistema de bombeo no está operando para usar las aguas pluviales para el riego de las áreas verdes, así se descargan en el emisor Xochiaca. Únicamente se da tratamiento a las aguas negras generadas por el gimnasio y el estadio de los campos deportivos en una planta que se ubica detrás del centro comercial. (El gimnasio está cerrado al momento por falta de mantenimiento y de luz).

Como se mencionó anteriormente, el costo del centro deportivo fue de 250 millones de pesos, de los que el saneamiento de las 67 ha del tiradero tuvo un costo de 136 millones de pesos, lo que equivale a \$203 por metro cuadrado. Para el proyecto Ciudad Jardín se calculó una afluencia diaria de 6,000 visitantes a los campos deportivos. Sin embargo, en octubre de 2011 se produjeron protestas de algunos ciudadanos porque el libre acceso a la población de Nezahualcóyotl permanecía restringido a los domingos de 8: 00 a 18: 00 horas

Tabla 14: Costos para Ciudad Jardín

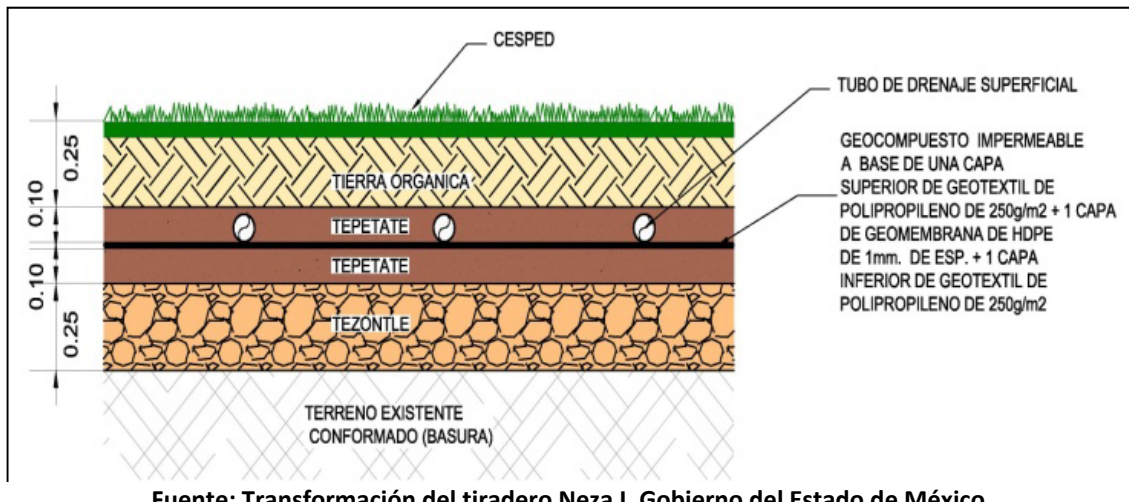
| | |
|--|-------------------------|
| Costo unitario de adquisición del terreno (250 Mdp. / 110 ha) | 227 \$/m ² |
| Costo unitario del saneamiento (136 Mdp./ 110 ha) | 203 \$/m ² |
| Costo de construcción del centro comercial (43 ha) | 3,000 Mdp. |
| Costo de construcción de campos deportivos y remediación (67 ha) | 250 Mdp. |
| Costo unitario de revitalización por m ² | \$203 + \$227 = \$430 |
| Valor mercantil unitario de terreno revitalizado por m ² (2009) | 1,500 \$/m ² |
| Estimación teórica de la reducción de GEI en CO ₂ eq | 93,000 t/año |

Fuente: Elaboración propia

9.2.4 Saneamiento de Neza I

Según información de las autoridades municipales, en las 67 hectáreas del tiradero Neza I se estima que existen 9.6 millones toneladas de residuos acumulados, que ocupan un espacio de 12'050,000 m³ con espesores variables que alcanzan hasta 22 metros. De ahí se extrajeron 208,000 m³ de residuos que fueron trasladados principalmente al tiradero vecino de Neza II y al relleno privado de Tultitlán. Los residuos remanentes se compactaron y se les inyectaron 3,000 toneladas de ceniza y cal para detener el proceso de descomposición, inhibir la generación de gas metano y crear una superficie más estable para las instalaciones.

Figura 25: Construcción de la capa final en el saneamiento de Neza



Fuente: Transformación del tiradero Neza I, Gobierno del Estado de México, Municipio de Nezahualcóyotl

La capa de clausura del sitio partió de colocar una capa de tezontle y tepetate sobre los residuos, y sobre ésta se instaló una geomembrana de polietileno de muy baja permeabilidad. Posteriormente se colocó otra capa de tepetate y tierra fértil para plantar césped. También se instalaron una planta para el tratamiento de los lixiviados y 226 pozos de extracción que conducen el biogás a un quemador.

En una presentación del proyecto Ciudad Jardín se informó que habría una reducción de 93,000 t/año en emisiones de GEI por el aprovechamiento del biogás en la generación electricidad. Según notas periodísticas al respecto, se dijo que la cantidad de biogás que se encuentra en el tiradero sería suficiente para explotarse por al menos 20 años y generar una derrama económica de entre 800 a 900 mil pesos mensuales (GEM, 2006). El proyecto no se realizó porque el flujo de gas no era suficientemente homogéneo para captar suficiente gas aprovechable para su transformación energética.

9.3 Iztapalapa: Santa Cruz Meyehualco – Parque Cuitláhuac

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010), Iztapalapa es la delegación política más poblada con sus 1'815,596 habitantes, los cuales representan 20.86 % del total de la población del Distrito Federal. En relación con su territorio de 116 km² esta delegación tiene una densidad bruta de 156 habitantes por hectárea, cifra mayor que el promedio para el Distrito Federal, de 119 habitantes por hectárea.

Iztapalapa ha sido receptora de un alto porcentaje de población del Valle de México, pero al no contar con suficiente suelo urbano, su tasa de crecimiento sigue disminuyendo.

En el Programa Delegacional del Desarrollo Urbano de Iztapalapa 2008, aprobado en 2008 se consiguen las siguientes informaciones: Iztapalapa es la delegación con mayor población joven del Distrito Federal, con 40 % de su población menor de 24 años. Debido a esta cantidad de jóvenes, en esa delegación existen varias ofertas educativas; aunque en la delegación habita una de cada cuatro personas analfabetas del Distrito Federal.

Formación y empleo

Iztapalapa es la delegación que presenta la mayor composición de unidades económicas de familiares en el Distrito Federal: 18 de cada 100. La distribución por ocupación según sexo de la población de Iztapalapa es la siguiente: 20 % de los hombres son artesanos y obreros, 16 % comerciantes y dependientes, 10 % operadores de transporte, 7 % trabaja en servicios personales, 6 % oficinistas y poco más de 5 % ayudantes, peones y similares.

También es una región con una alta tasa de población desocupada y se encuentra en la posición 11 respecto al resto de las delegaciones del Distrito Federal en cuanto a los salarios que perciben sus habitantes. La distribución del ingreso de la población económicamente activa y ocupada muestra que 50 % percibe menos de dos salarios mínimos, lo que muestra que en la delegación existe un alto índice de pobreza. En promedio una persona gana poco más de 30 mil pesos anuales, lo que representa menos de la tercera parte de lo que gana en promedio una persona en la delegación Miguel Hidalgo.

9.3.1 Uso de Suelo e infraestructura

El territorio de Iztapalapa tiene una extensión de 11,667 ha, de las cuales 10,815 ha (92.7 %) tienen uso de suelo urbano (SU) y 851 ha (7.3 %) se clasifican como suelo de conservación (SC), el cual se localiza principalmente en el Cerro de la Estrella y en la parte alta de la Sierra de Santa Catarina. Aproximadamente la mitad del área considerada como suelo de conservación se encuentra ocupada por asentamientos irregulares, no obstante en el Programa Delegacional

Fotografía 30: Iztapalapa

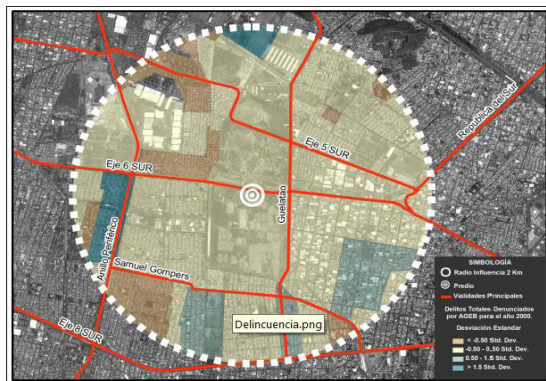


Fuente: México Tenochtitlan, Wordpress [en línea]

En un estudio de impacto urbano que encargó la Delegación a la consultora Plumarc en 2010, se investigaron los alrededores del Parque Cuitláhuac en aspectos sociales y urbanos que se presentan enseguida.

Marginación en la zona del Estudio

Figura 27: Delitos denunciados por AGEB 2000 alrededor del Parque Cuitláhuac



Fuente: Estudio de Impacto Urbano Plumarc, 2010

En la zona que rodea al Parque Cuitláhuac existen altos grados de marginación en los que influyen los altos porcentajes de población con un ingreso máximo de dos salarios mínimos, hogares con jefatura femenina (presumiblemente madres solteras) y un estimado de 50 % de habitantes que no son derechohabientes de los servicios de salud pública. El grado de escolaridad es bajo, un importante porcentaje de analfabetismo en la población de 15 años y más (Estudio de Impacto ambiental Plumarc, 2010). Todo esto se ve reflejado en inequidad, inseguridad y baja calidad de vida.

Figura 28: Grados de marginación alrededor del



Fuente: Estudio de Impacto Urbano Plumarc, 2010

Seguridad

En materia de delitos denunciados, la incidencia en Iztapalapa se encuentra en un rango superior al de la media del Distrito Federal⁴⁵. Las colonias más afectadas son la U.H. Vicente Guerrero, Las Américas, Albarrada, Chinampac de Juárez, U.H. Santa Cruz Meyehualco y la Zona Urbana Ejidal, las cuales se encuentran en las inmediaciones del Parque Cuitláhuac.

⁴⁵ El indicador se interpreta a través de rangos a partir de la desviación estándar con respecto a la media del total de delitos denunciados, donde las zonas tienden hacia una desviación mayor son las zonas con un mayor número de incidencias conjuntas en actos de robo, lesiones u homicidio, mientras que a la inversa se representa las zonas de mínima frecuencia o nula delincuencia.

9.3.2 Ex Tiradero Santa Cruz Meyehualco, ahora Parque Cuitláhuac

Figura 29: Vista aérea del ex tiradero Santa Cruz Meyehualco



Fuente: Google Earth, 2012

El antiguo basurero de Santa Cruz Meyehualco comenzó a operar en 1948. En los primeros años el sitio recibía cerca de 500 toneladas diarias de residuos y poco antes de su cierre la cifra llegó a alcanzar cerca de 6,400 toneladas, procedentes tanto del Distrito Federal como de Nezahualcóyotl, Ecatepec y otros municipios del Estado de México. Este sitio fue administrado por Rafael Gutiérrez Moreno (el “Rey de la Basura”), líder del *Frente Único de Trabajadores de los Tiraderos del DF*, máxima autoridad fáctica en los tiraderos de Santa Fe y Santa Cruz Meyehualco, en el último de los cuales tenía la sede de sus operaciones en una villa de 2,000 m².

En 1960 vivían 3,500 pepenadores dentro del tiradero de Santa Cruz Meyehualco, que se dividió en cuatro barrios, cada uno dirigido por un capataz. Las viviendas carecían de toda infraestructura, sus condiciones de salubridad eran muy precarias. Anecdóticamente, se cuenta que los pepenadores calentaban sus tortillas en comales colocados sobre emanaciones de biogás a las que prendían fuego para tal propósito.

La población de pepenadores frecuentemente se instrumentalizó para las pretensiones políticas y sindicales de sus líderes. Este sitio fue sinónimo de explotación para miles de pepenadores por quienes su líder se hizo millonario a expensas de la comercialización de los desechos que recolectaban quienes estaban bajo su poder. Esto ocurrió a la par de un permanente desprecio por los derechos humanos en un sitio convertido en uno de los principales focos de enfermedades y contaminación para la Ciudad de México por los incendios, tanto intencionales como accidentales, que ocurrían ahí.

Fotografía 31: Tiradero Santa Cruz Meyehualco



Fuente: Archivo de la Delegación Iztapalapa

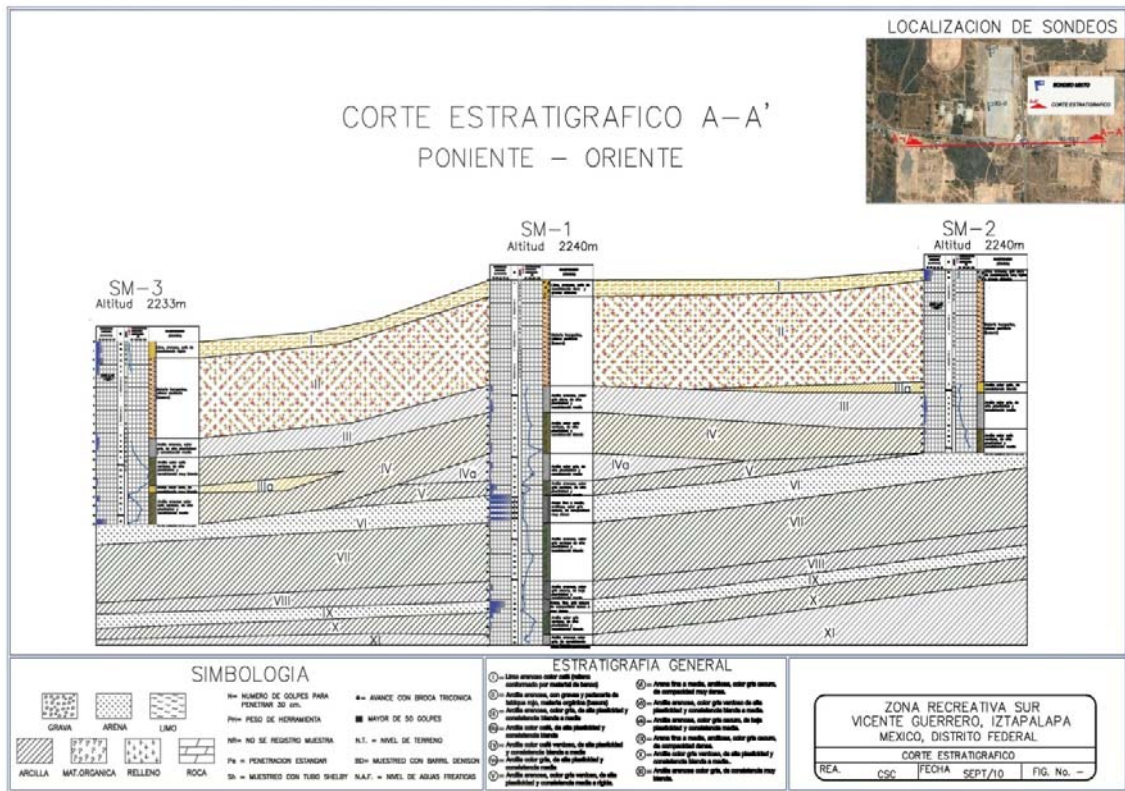
En los años 1970 se creó el primer centro de salud que atendía a los pepenadores enfermos, desnutridos o lastimados. Ante el cierre del tiradero se construyeron 3,000 viviendas para los pepenadores en la “Unidad Habitacional Santa Cruz Meyehualco”, prometida desde 1962, durante el sexenio del presidente Adolfo López Mateos. Sin embargo, muchas de estas viviendas quedaron en manos de especuladores, de otras sus componentes (puertas, ventanas, muebles de baño, etc.) fueron vendidos por los mismos pepenadores.

En 1981 se produjo un incendio de grandes proporciones y una nube de humo persistió durante varios días en gran parte de la zona. Fue así que el entonces Departamento del Distrito Federal (DDF) analizó las medidas para mejorar la situación ambiental y de salud en los tiraderos de la ciudad y decidió cerrar siete de los ocho tiraderos que existían entonces, entre ellos Santa Cruz Meyehualco por considerarse el principal foco de contaminación para el ecosistema urbano (Álvarez y López, 1999). El sitio cerró oficialmente el 15 de noviembre de 1982, aunque ese mismo año se había intentado convertir el tiradero a cielo abierto de 148 hectáreas en un relleno sanitario. Sin embargo, la enorme cantidad de residuos y la altura que alcanzaban hacía imposible realizar este propósito. Nuevos incendios y la presión de la opinión pública impulsaron finalmente su clausura definitiva, cuyos trabajos concluyeron en junio de 1986 (Gómez, 2008).

9.3.3 Clausura y saneamiento del tiradero Santa Cruz Meyehualco (1983)

Después del cierre, el DDF inició en 1983 el saneamiento y clausura del tiradero a cielo abierto. En Santa Cruz Meyehualco se depositaron en total aproximadamente 44.7 millones toneladas de residuos (Álvarez y López, 1999), que eran separados dentro del sitio por los pepenadores.

Figura 30: Corte Estratigráfico A-A', Poniente – Oriente



Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos Estudio del Parque Cuitláhuac, Ingeniería y Construcciones Gryslé, S.A de C.V., 2010

De acuerdo con un estudio de mecánica de suelos realizado en el año 2010, para la clausura de Santa Cruz Meyehualco primero se esparcieron los residuos sólidos, y según Gómez se utilizaron 769,600 m³ de material para cobertura proveniente de excavaciones y zonas de construcción, con el fin de nivelar el terreno. Al centro del tiradero se presenta el mayor espesor de residuos, que fueron cubiertos con tepetate. Lo mismo sucede en el noreste y

sureste del sitio. Incluso en algunas partes, con el paso del tiempo, se han realizado labores de relleno continuamente para mantener la horizontalidad de las superficies en las áreas deportivas, para corregir los efectos de los asentamientos y deformaciones (Tequio Ingeniería, 2007). Asimismo, como parte del saneamiento se instalaron pozos de venteo y control de biogás, pero actualmente solamente permanecen visibles tres de ellos en la zona sur.

El suelo es regosol éutrico, parecido al del ex Lago de Texcoco, con características salino-sódicas con alto contenido de arcilla. Como primera capa en algunas zonas del terreno, se encuentra una capa vegetal de 10 cm a 15 cm de espesor; después hay una capa de limo arenoso color café (relleno con materiales de banco) con una profundidad de 1.00 m a 2.40 m. Posteriormente se encuentran los residuos sólidos que se dispusieron, que alcanzan aproximadamente una profundidad de hasta 16 m. La variación en la altura y espesor de esta capa se debe a la falta de control cuando funcionó el tiradero.

En el Corte Estratigráfico se puede observar con mejor claridad la conformación del terreno y el proceso de saneamiento del tiradero.

A partir de la capa de residuos, hacia abajo encontramos el primer estrato natural conformado por arcilla arenosa. De igual manera, en estratos más bajos se encontraron arcillas y arenas de diferentes colores, texturas y compactaciones, todas ellas parte del suelo natural. El nivel de aguas freáticas (NAF) se detectó en algunos sondeos y éste varía entre 4.10 m a 5.00 m a partir del nivel de la superficie final del sitio.

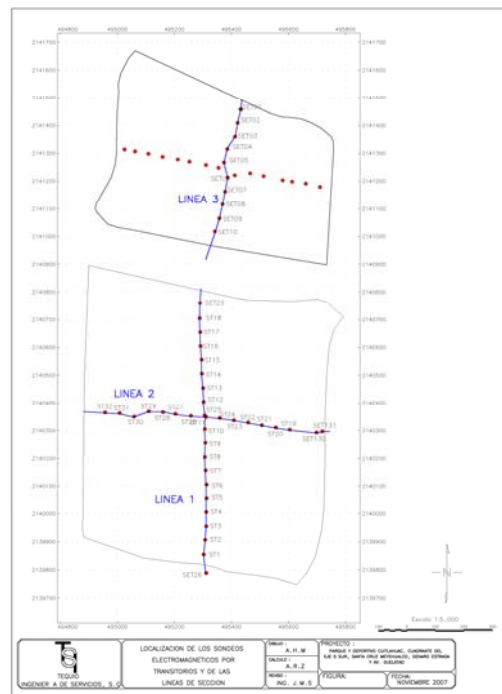
9.3.3.1 Estudios del Impacto Ambiental y riesgo a la salud pública por emisiones (2003 y 2010)

Entre 2004 y 2010 se realizaron tres estudios de impacto ambiental por las siguientes fuentes:

- Facultad Estudios Superiores Zaragoza (FES), 2004
- Tequio Ingeniería de Servicios, S.C (TIS), 2007
- Estudio de impacto ambiental, Plurmac, S.A. de C.V., 2010
- Estudio de impacto ambiental y urbano, Rocher Ingeniería, S.A. de C.V. 2010

Del Estudio de la FES Zaragoza realizado en 2004 solamente se conocen referencias a éste citadas por otros estudios, como el que realizó TIS en el año 2007 y en el que se refieren coincidencias entre ambos estudios. La FES Zaragoza realizó siete perforaciones, en tanto que TIS realizó 100 perforaciones en ambas zonas del parque (Zona Recreativa y Zona Deportiva).

Figura 31: : Localización de los sondeos



Fuente 2: Estudio de TIS, 2007

El estudio de la FES Zaragoza define que el espesor de la capa de residuos sólidos varía en un rango de 1 m hasta 22 m. Asimismo, determinó la presencia de lixiviado con alturas de 2 m a 8 m a partir del contacto lacustre con la base de los residuos sólidos, con variaciones de profundidad respecto a la superficie del sitio de entre 5 m y 7 m, aproximadamente, resultados que coinciden con los del estudio de TIS (Tequio, 2007).

En cuanto al biogás, se afirma en el estudio que su densidad propicia que éste se acumule en el espacio que existe entre el nivel de los lixiviados y la base de la cubierta de tepetate, la cual ayuda de cierta manera a retener su movimiento hacia la superficie. Sin embargo, los lixiviados pueden migrar hacia el subsuelo y contaminar el acuífero subyacente, en tanto que el biogás puede estarlo haciendo lateralmente. Esto se convierte en un potencial de alto riesgo para la población circundante al predio, que está rodeado principalmente de zonas habitacionales. Aunque en el estudio de la FES Zaragoza incluye en sus conclusiones la necesidad de clausurar el Parque, esto nunca sucedió.

“Por su parte, en el estudio de TIS se realizaron sondeos electromagnéticos por transitorio que permitieron construir secciones para determinar con bastante precisión la posición de los residuos sólidos, su contacto con la base lacustre, la distribución de lixiviado y el biogás, así como el espesor de cubierta. Este estudio reporta que en ambas áreas del parque, deportiva y recreativa, existe presencia de metano y bióxido de carbono en proporciones que corresponden con las emanaciones producto de la descomposición de materia orgánica. Estos gases se presentan en mayor cantidad de puntos y mayor concentración en el Área Recreativa (zona norte). La zona suroeste del área deportiva presenta bajas concentraciones y por lo tanto es ahí donde se recomienda la ubicación de espacios para realizar actividades físicas. Se considera que una zona es de alto riesgo cuando la concentración de metano es superior a 5 %.

Las secciones geoeléctricas permitieron definir el espesor de residuos sólidos sobre el terreno. La sección geoeléctrica “Línea 1” muestra la continuidad el espesor de los residuos sólidos, que varían en este perfil en un rango de 1.0 m a 18.4 m; en la sección geoeléctrica “Línea 2” se muestra que el espesor de los residuos sólidos varía prácticamente en el mismo rango, de 1.0 m a 17.0 m; y en la sección geoeléctrica “Línea 3” dicho espesor varía en un rango entre 1.0 m y 22.0 m.

Estos sondeos también permitieron distinguir la presencia de lixiviado desde la base de los residuos sólidos hasta una altura de 2 m a 8 m con respecto al contacto con el suelo lacustre. La profundidad del nivel de lixiviado desde la superficie actual del sitio varía entre 5 m y 7 m, con potencial de migración profunda y lateral hacia las zonas urbanas adyacentes. Mientras que el biogás, por su densidad se acumula en el espacio que existe entre el nivel de los lixiviados y la base de la cubierta de tepetate, con potencial de migrar lateralmente.”

Con base en estos resultados, se concluyó que era necesario controlar y atenuar los riesgos para la salud con el fin de permitir que el complejo del parque siguiera operando en condiciones de seguridad. Para mitigar los riesgos por presencia de biogás se recomendó captarlo para disminuir su acumulación en el subsuelo y prevenir la migración, tanto lateral como hacia la superficie. Con esto evitar riesgos de explosión, incendios e inhalación.

El estudio de impacto ambiental realizado por Plurmac en 2010 menciona diferencias sustanciales en el proceso de saneamiento del ex Tiradero Santa Cruz Meyehualco, pues no reporta que el tiradero sólo haya sido cubierto con materiales térreos como refiere TIS, sino que fue sellado con membranas sintéticas y material de cubierta para evitar al máximo la

infiltración de agua pluvial, además de instalarse correspondientes pozos de venteo de biogás. Los técnicos que actualmente realizan trabajos de campo en la zona sur del sitio, han manifestado que no han observado allí ninguna membrana, lo cual permite cuestionar este estudio.

En las fotografías abajo se muestra un corte en la superficie del sitio en el que no se aprecia ninguna capa de tierra, cascajo o tepetate en la parte superior, sino directamente los residuos expuestos. También es posible inferir que donde hay un alto porcentaje de desechos de plásticos se formen estratos de baja permeabilidad.

Fotografía 32: Conformación del terreno, Parque Cuitláhuac, Parque del Pueblo en 2012



Fuente: Elvira Schwanse

Sistema para la captación y venteo de biogás

No se tiene mucha información en relación a los pozos para venteo de biogás. Sin embargo, tanto físicamente como en el plano topográfico, en la parte sur se pueden observar solamente tres de estos pozos, mientras que en la parte norte quedan seis pozos. En ambos casos, la mayoría están en mal estado e inclusive sepultados bajo diferentes materiales, como asfalto.

De acuerdo al estudio de Plurmac, en 1991 existió interés por aprovechar la energía que puede generar el metano producido por la descomposición de los residuos. Esto condujo a realizar un estudio de factibilidad para generar energía eléctrica e instalar una planta piloto (no se aportan datos de ubicación ni costos) con capacidad de 2 a 3 MW, capaz de abastecer el alumbrado interno y que operaría durante 15 o 20 años. Finalmente, las características y antigüedad del sitio hicieron poco atractivo el proyecto y se abandonó.

9.3.3.2 Primeras reforestaciones y estudios experimentales

Como parte del saneamiento de Santa Cruz Meyehualco se realizó una reforestación en todo el predio. El estudio de Impacto Ambiental menciona que en 1982 se plantaron decenas de miles de árboles que, pero durante el primer año murieron más de 95 % de ellos por la mala calidad del sustrato con residuos sólidos.

Sin embargo, a partir de ese año se realizaron diferentes estudios experimentales por parte de la FES Zaragoza e inclusive se designó un área en la zona norte como parcela experimental, en la cual se han sembrado diferentes tipos de especies de árboles.

La primera reforestación después de la clausura del tiradero se realizó mediante un proyecto experimental llevado a cabo de septiembre de 1998 a 1999.

Se seleccionó una zona de estudio en donde se trasplantaron los árboles de tipo *Senna didymobotrya*. Cuando las plantas en el invernadero llegaron a tener una talla mayor a 30 cm, se seleccionaron aquellas que tenían buen vigor y ciertas características en su diámetro de tallo, cobertura, talla y floración, con el fin de evaluar su adaptación al sitio.

En 1999 se sembraron 20 árboles en ciertas zonas del parque y después de 10 meses se evaluó la sobrevivencia de los individuos, que en general fue del 100 %. Sin embargo, se tuvieron que enfrentar y adaptar a los siguientes factores:

- El origen del sustrato y la mala calidad, que como se mencionó antes, en su mayoría proviene de obras de construcción y excavaciones (pedacería de tabique, azulejo, elevadas cantidades de cemento, cal y grandes trozos de plástico y material textil). Este factor dificulta el crecimiento de las plantas, actúa como barrera física que impide el crecimiento de las raíces y por lo tanto la obtención de nutrientes por parte de los vegetales.
- Un elevado contenido de materia orgánica y de arcilla, lo que provoca mayor absorción de contaminantes, perjudican las raíces al estar en contacto con ellas y acidifican el pH del sustrato.
- Los individuos mostraron poco vigor en tallos muy delgados, severos síntomas de marchitamiento y clorosis debido a la incorporación de agua y otros elementos esenciales que se ven alterados por la presencia de elevadas concentraciones de sales, como lo comentan.

Fotografía 33: Árbol Rhus Copallina L.



Fuente: Ana L. Félix, 2012

En un segundo experimento para introducir y revegetar el Parque Cuitláhuac, se eligió una zona perimetral ubicada cerca de la calle Carlos L. Gracidas, donde había un mayor número de árboles plantados del género *Acacia*. Se realizó un recorrido en junio 2000 y se colectaron 16 muestras de sustrato. También, en 120 árboles de *Acacia saligna* y *Acacia neriifolia* encontrados en el lugar, se estudiaron diferentes atributos (dosel, altura, diámetro de tallo, color, vigor, necrosis de peciolo, floración y fructificación). Esto mismo se hizo con 12 árboles de la misma especie ubicados en otro sitio no contaminado por residuos sólidos, en un área de la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

Los resultados del sustrato en el área elegida del tiradero mostraron en general buenas características físicas y químicas del sustrato; es decir, es un suelo moderadamente rico, de color café grisáceo (que se debe a la presencia de materia orgánica muy descompuesta) y con presencia de calcio y bióxido de manganeso, lo que permite que los árboles se desarrollen. Además, al no ser un sustrato salino y ser ligeramente alcalino, permite la asimilación de los nutrimentos, favorece el crecimiento y desarrollo de la planta. Estas características del sustrato y el color de los peciolos, aunque presentaron diferentes tonalidades, indican que los individuos sembrados de las especies *Acacia saligna* y *Acacia neriifolia* no presentan deficiencias nutrimentales y por lo tanto están en muy buenas condiciones (López y Pérez, 2003).

En este experimento se concluyó que aunque el suelo del Parque Cuitláhuac genera un estrés importante para el desarrollo de la *Acacia saligna* y *Acacia neriifolia*, ambas especies son suficientemente tolerantes y pueden adaptarse. Por lo tanto, estas dos especies son idóneas para introducirse a este tipo de sitio, pues presentan características de ser plantas de sol, crecimiento en sustratos secos, ácidos, neutros o ligeramente alcalinos, además de soportar temperaturas extremas a lo largo del año.

En este mismo trabajo se evaluó una de las especies ya establecidas en el lugar, *Rhus copalinga*, la cual no mostraba ningún rastro de necrosis en hoja y buen vigor en todos los aspectos, por lo que se concluyó que se ha adaptado a las condiciones del sustrato y por lo tanto es otra de las especies recomendadas para plantarse en suelos con residuos sólidos.

En 2002 la vegetación del Parque Cuitláhuac estaba compuesta en su mayoría por eucaliptos, pero una plaga de “conchuela del eucalipto” que comenzó en 2001 acabó con 55.36 % de ellos. Para 2010 se había perdido un 95 % de los árboles plantados en 1982 y sólo restaban 8,346 de ellos, 312 de los cuales presentaban daños (López y Pérez, 2003)

Fotografía 34: Revitalización del Parque Cuitláhuac en 2003 y 2010



Fuente: Elvira Schwanse

9.3.4 Proyecto del Parque Cuitláhuac (2003)

Una vez concluida la clausura y saneamiento del ex tiradero Santa Cruz Meyehualco, el 5 de enero de 2003 se inauguró oficialmente como Parque Ecológico Cuitláhuac, con un área de 137 hectáreas. Está dividido en dos secciones: la zona norte, de 46.5 ha con uso de recreación; y la zona sur, de 90.5 ha, para uso deportivo.

En la zona norte se construyeron ocho módulos de convivencia familiar, con seis cabañas cada una, para realizar eventos sociales, además de tres almacenes para jardinería, nueve zonas de juegos infantiles y acondicionamiento físico, tres núcleos de sanitarios, un área de escuelita vial para los niños, estacionamiento, tres accesos controlados para peatones y uno para vehículos. Desde 2011 se organiza ahí una Playa Pública en esta parte del parque, a la que se calcula que acuden aproximadamente 5,000 visitantes durante los fines de semana.

En la zona sur se construyeron 43 canchas para fútbol (30 de tierra y 13 con pasto), más cuatro de basquetbol, dos de voleibol, un campo de beisbol, tres módulos de sanitarios con locales comerciales, un cuarto de bombas para riego de los campos, casetas de vigilancia, un salón de usos múltiples, dos aulas prefabricadas, dos bodegas, áreas de juegos infantiles, pista de trotadores, gimnasios al aire libre y cinco accesos controlados para peatones. La mayoría de las instalaciones construidas en 2003 se han deteriorado con el tiempo.

Se estima que en realidad la zona sur es principalmente utilizada los fines de semana por 130 ligas de futbol (frecuentemente conocido como *futbol llanero*). Aunque las canchas no son de la mejor calidad, pues siempre han sido áridas, algunos miembros de las ligas se encargan de encalarlas y regarlas. Actualmente estas ligas siguen utilizando el predio, pero han sido reubicados en otra área de la zona sur.

9.3.5 Proyecto Parque Cuitláhuac – Parque del Pueblo (2010-2012)

Figura 32: Plano del Parque Cuitláhuac, Parque del Pueblo (Zona Sur)



Fuente: Plano del Parque Cuitláhuac

El 6 de noviembre de 2010 se presentó a la Jefa Delegacional de Iztapalapa, Clara Marina Brugada Molina, del Partido de la Revolución Democrática (PRD), la propuesta del Plan Maestro para el desarrollo del proyecto del Parque Cuitláhuac.

El parque está dividido en dos secciones: Sección norte o *Zona Cultural*, con instalaciones de carácter cultural-educativo; y la Sección sur o *Zona Recreativa*, con instalaciones deportivas y de esparcimiento. El estado físico del predio sur era totalmente desértico, con suelo erosionado, algunos árboles enfermos y en su mayoría muertos.

“El proyecto está enfocado principalmente en la recreación social, cultural, educativa y deportiva. La importancia de recuperar este espacio urbano árido y desértico, considerado alguna vez como un gran foco de infección, actualmente se ha convertido en un espacio esparcimiento y recreación sociocultural y ambiental que brinda una mejor calidad de vida, no sólo a la población de Iztapalapa sino de otras delegaciones y zonas del área metropolitana de la Ciudad de México. El uso del parque y sus servicios serán gratuitos, lo que será un gran beneficio ya que la mayoría de la población de la zona no percibe más de uno a dos salarios mínimos al mes.”

Fotografía 35: Proyecto Parque Cuitláhuac, Parque del Pueblo



Fuente: Ana L. Félix, 2012

Originalmente existía un plan para el saneamiento y revitalización de ambas zonas del parque. El plan para la sección norte o *Zona Cultural* que presenta un mejor aspecto que el de la sección sur por disponer de vegetación y un poco de infraestructura. En la sección sur o *Zona Recreativa* se plantearon diversas instalaciones que requerían también el cambio de uso de suelo de Espacio Abierto (EA) a Equipamiento (E) para permitir la ocupación de más del 10 % de la superficie del terreno con construcciones. El costo para estas instalaciones era de 95.5 millones de pesos, mismas que incluyen:

- Centro holístico
- Granja interactiva
- Parque acuático (albercas)
- Lago y embarcadero
- Juegos Infantiles y Área de renta para fiestas infantiles
- Laberinto de setos
- Zona Deportiva (trotapista y gimnasios)
- Tirolesa y rapel
- Zona de comercios y alimentos
- Pista de *go-karts*
- Estacionamiento

Saneamiento y captación de biogases

Con base en las recomendaciones de los estudios realizados, como primera instancia se decidió seguir las recomendaciones de sanear el parque con un sistema de captura de biogás.

Durante la administración 2009-2012 se invirtió en la instalación de una red de conducción de biogás y un quemador para biogás, con una inversión aproximada de 10 millones de pesos.

El diseño del sistema para control de biogás se compone de tres partes fundamentales: sistema de captación, sistema de conducción y sistema de control. La primera etapa de estos trabajos comenzó en 2010 y se construyeron 28 pozos verticales, 3 pozos horizontales, 4 trampas de condensados, un sistema de extracción de biogás con dos equipos de succión y un quemador de antorcha tipo cerrado. La cobertura de éstos es de 298,081 m², que representan un 36 % del área total de la zona sur del parque Cuitláhuac. En 2011 se dio inicio a la segunda etapa, la cual incluyó la construcción de 25 pozos y 2 trampas de condensados.

Por último, la tercera etapa se comenzó en 2012; se construyeron 15 pozos verticales y 2 trampas de condensados, los cuales se integraron mediante cinco interconexiones a la red de conducción construida en la primera y segunda etapas. Con esto se estimó incrementar en 104.40 m³ por hora el caudal de biogás a captar, para alcanzar un flujo normal total de 433.33 m³ por hora, que se dispondrá mediante su combustión en el quemador de antorcha tipo cerrado, lo que contribuirá a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y continuar con el saneamiento del sitio, reduciendo los posibles riesgos⁴⁶. Aún no se han hecho estudios de la calidad del gas ni de la factibilidad para aprovecharlo en la generación de electricidad.

Fotografía 36: Quemadores de gas en el Parque Cuitláhuac



Fuente: Ana L. Félix

9.3.6 Proyecto de Reforestación 2010 – 2012

Además de controlar la emanación de gases producto de los residuos sólidos depositados hace más de 40 años, se decidió hacer una nueva reforestación con el fin de mejorar el suelo y realmente desarrollar un parque para la zona oriente de la ciudad. Para que esto fuera posible, se integró a la Dirección de Parques y Jardines de la Delegación Iztapalapa como encargada de la planeación y diseño de las áreas verdes.

En el nuevo proyecto de reforestación 2010, se contempló plantar cortinas rompe vientos en los bordes del parque con el fin de aislar

Fotografía 37: Nueva vegetación para el Parque Cuitláhuac



Fuente: Ana L. Félix, 2012

⁴⁶Biogás proyecto integral para el control de biogás que se genera en el Parque Cuitláhuac.

ruidos, controlar los vientos y evitar la erosión del suelo. Además y con base en los estudios mencionados, se analizó el tipo de vegetación adecuada y las condiciones para plantarla.

Algunos de los criterios que se consideraron fueron los siguientes:

- Existe poca retención de humedad en el subsuelo,
- El suelo está muy compactado, lo cual no permite que el agua se infiltre a más de 40 cm,
- El suelo virtualmente no contiene materia orgánica,
- Se consideraron los árboles existentes y sus raíces.

Con estos criterios se buscó crear un microclima de acuerdo a los diferentes tipos de vegetación y plantas arbustivas, cubre suelos (tipo mulch y árboles perenes y caducifolios).

Algunas de las especies que se propusieron con base en los criterios antes fueron: pinos, palma abanico, yuca, ficus, bahuinas o falsa orquídea, jacarandas y retama. La plantación por parte de la Delegación comenzó en 2010 en el andador principal con palmas, ficus y topiarios. Se realizó un mejoramiento de suelo con mulch con el fin de ayudar nutrir y mantener la humedad del subsuelo.

La fase más intensiva de plantación se inició en marzo de 2012 y concluyó en agosto del mismo año, antes y durante la época de lluvia, lo cual fue muy importante para mejorar su expectativa de éxito.

9.3.7 Conclusión

El consorcio formado para la construcción de la Línea 12 del Metro participó con la donación de árboles como compensación por los daños ambientales que se causaron por las obras para esta línea del Metro de Tláhuac a Mixcoac. Los árboles se plantaron, aplicando los criterios de la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-006-RNAT-2004, con tallas de entre 2.50 m y 3.00 m de altura y unos 20 cm de espesor del tronco. En resumen, las tres instancias que intervinieron en la restitución del arbolado en el Parque Cuitláhuac y sus respectivas labores se muestran enseguida:

Tabla 15: Restitución del arbolado

| Participantes | Labores de reforestación |
|---|--|
| Dirección de Parques y Jardines / Delegación Iztapalapa | 61,097 árboles 16,000 m ² de pasto |
| Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro DF | 1,180 árboles |
| Coordinación de Desarrollo Sustentable | 180 m ² de mulch |

Fuente: Ana L. Félix

También es importante mencionar la participación del Área de Desarrollo Sustentable en esta reforestación, con el desarrollo de un huerto urbano sembrado con maíz, un invernadero y una parcela de lechugas en la Granja interactiva.

Para agosto de 2012 se había realizado una inversión aproximada de 1.5 millones de pesos en 28,246 m² de vegetación y 61,117 árboles en 8,418 metros lineales.

Un tema importante es el riego y mantenimiento de estas áreas verdes, de lo cual hasta ahora no existe un registro actualizado. Lo único que se puede mencionar es que sí se instaló una red para distribución de agua potable y una para agua tratada, con bocas de riego a cada 20, 30 y

40 metros en diferentes áreas del parque, principalmente en las áreas verdes. En la esquina de Eje 6 sur y la calle Carlos Gracidas, se encuentra un pozo de agua potable del Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACM) que puede considerarse como fuente de abastecimiento para el Parque Cuitláhuac.

Como se mencionó antes, el parque cuenta con áreas con un sistema de bocas de riego, pero aún carecen de un sistema de medición de su consumo. Incluso el lago se llena con agua tratada. Sin embargo, para dar una idea del consumo de agua en riego, por lo general una pipa de 10,000 litros efectúa dos viajes al día cada tercer día, haciendo en cada ocasión el riego de un área diferente del Parque Cuitláhuac.

Tabla 16: Costo aproximado de la rehabilitación del Parque Cuitláhuac, 2010-2012

| Proyecto | Costos aproximados (En Mdp. Mexicanos) |
|--|---|
| Costo de renovación del Parque 2010-2012 (Plan Maestro para Zona Norte y Zona Sur) | 140 |
| Costo de nuevas construcciones (Centro Holístico, Granja, Lagos, Tirolesa) | 107 |
| Costo del sistema de pozos para captación de biogás | 10 |
| Costo de reforestación 2010-2012 | 1.5 |
| Costo unitario de remediación (80,000m ² en la Zona Sur) | 125 m ² |

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

La inversión para la reforestación representó el 1% del costo total, mientras que el 76% se destinó a las construcciones y el 7% a las obras para el control de biogás

9.4 Santa Fe: Prados de la Montaña y Alameda Poniente

9.4.1 Desarrollo urbano de Santa Fe e historia de sus tiraderos

“Anunciada como el «nuevo modelo de ciudad» y la «zona de mayor desarrollo inmobiliario de América Latina», en el poniente de la Ciudad de México se erige Santa Fe como el mayor polo corporativo y residencial de lujo, si bien dentro de un modelo de ciudad autista y excluyente. Planeada en los años ochenta para sustituir una zona de basureros y asentamientos irregulares de bajos ingresos, Santa Fe representa la ciudad autocontenida que el resto del tejido urbano difícilmente llegará a ser.”(Valenzuela, 2007)

Figura 33: Vista aérea de los dos rellenos de Santa Fe: Alameda Poniente y Prados de la Montaña



Fuente: Google Earth, 2012

Siempre se menciona que Santa Fe está construida sobre un tiradero, pero pocos conocen la verdadera historia de los dos sitios de disposición final de residuos que se ubican en Santa Fe. Para reconstruir la historia del tiradero de Santa Fe, que operó entre 1952 y 1987, me apoyo en dos fuentes de información: Rogelio López López y Héctor Castillo Berthier. Para el segundo sitio, el relleno sanitario de Prados de la Montaña (1987-1994) existen varios documentos y estudios que permiten evaluar tanto su condición como su aprovechamiento energético.

Historia de Santa Fe

Hasta la década de los años 1960 en el área de Santa Fe existía una amplia zona de minas de arena que suministraban una importante cantidad de este material para las obras de construcción de la Ciudad de México. La topografía natural de la zona incluye diversos accidentes, como el caso de las barrancas, que limitan y dificultan la creación de vialidades. La dificultad y costo de continuar con la explotación de las minas propició su eventual abandono y venta.

En 1958, una de estas minas habría de convertirse en el basurero de Santa Fe, hoy día *Alameda Poniente*, inicialmente con más de 40 hectáreas y ante barrancas de 50 metros de profundidad.

Este sitio funcionó durante 20 años como uno de los principales depósitos de residuos del Distrito Federal. En el tiradero de Santa Fe vivían y trabajaban unas 500 familias de pepenadores, organizados en el *Frente Único de Peperadores* bajo tres líderes (Julia Muñoz, Rafael Gutiérrez Moreno y Pablo Téllez Falcón).

A principios de 1970 se creó un plan de desarrollo urbano para el área de Santa Fe que proponía la construcción de una zona industrial. Este plan no contempló el desarrollo de zonas habitacionales por considerar que no habría suficiente capacidad

para suministrar agua potable o realizar las obras de drenaje necesarias. Lo anterior se debió también a que los terrenos usados como basureros tenían un suelo granular y permeable, lo que crearía un riesgo de contaminación para las líneas de agua que se instalaran por la potencial migración e intrusión de lixiviado y gases provenientes de los residuos.

Este tiradero se cerró en 1986, cuando ya alcanzaba una superficie de 68 ha y se habían depositado 40 millones de toneladas de residuos. Tras su clausura se cambió su nombre por el de Alameda Poniente. Ese mismo año se abrió el relleno sanitario Prados de la Montaña, en un predio de 24 hectáreas y construido de acuerdo con los estándares y las técnicas vigentes en ese momento. Entre 1983 y 1988 el gobierno de la ciudad cerró ocho tiraderos por cuestiones higiénicas y ambientales, se transfirió a los pepenadores de Santa Fe hacia Plantas de Selección de Residuos para continuar sus labores en condiciones más favorables.

En 1994 el gobierno de la ciudad realizó la declaratoria de Santa Fe como una *Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC)*, con usos de suelos industriales y comerciales, oficinas, infraestructura, equipamiento y áreas verdes.

Poco tiempo después se establecieron ahí los corporativos de los primeros inversionistas y se creó la Asociación de Colonos Santa Fe, A.C. (ACSF). El mismo gobierno ofreció a los inversionistas la introducción de servicios públicos como electricidad, alumbrado, vialidades, agua y drenaje, necesarios para el desarrollo de sus actividades; sin embargo, fue incapaz de cumplirlo plenamente por las fuertes inversiones requeridas para instalar la infraestructura correspondiente. Adicionalmente, en lugar de zonas industriales se desarrolló una zona de oficinas y vivienda, por lo que la demanda de infraestructura básica se hizo más aguda.

Para atender la necesidad de desarrollar la infraestructura básica y los servicios públicos de Santa Fe, se formó en 2004 un Fideicomiso⁴⁷ que, como organismo privado, recibe aportaciones del Gobierno del Distrito Federal (un porcentaje del impuesto predial), así como el pago de tarifas de sus miembros, que son inversionistas y empresarios en Santa Fe. De esta

Fotografía 38: Peperadores en Santa Fe



Fuente: Archivo DGSU

⁴⁷ El Fideicomiso es regulado, revisado y controlado por el Comité Técnico del mismo, que es su máxima autoridad y del Fideicomisario. El Comité Técnico se integra por 7 miembros, de los cuales 4 son designados por la ACSF y 3 por el Gobierno del Distrito Federal. Las decisiones se aprueban por mayoría de votos siempre que al menos haya un voto por parte del GDF.

forma se estableció una especie de gobierno interno en el que la ACSF administra la ZEDEC sin participación ni rendición de cuentas al gobierno delegacional.

9.4.2 Programa parcial de desarrollo urbano para Santa Fe 2012

El Gobierno del Distrito Federal, por medio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) cambió en 1996 la denominación de ZEDEC por *Programas Parciales de Desarrollo Urbano*. Esto incluyó 30 programas para diferentes zonas del Distrito Federal, entre ellos el *Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe*. Aunque de 1997 a 2011 no se actualizó el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano, en 2012 se concluyó la actualización del Plan Parcial de Santa Fe.

En abril de 2012 la Asamblea Legislativa del Distrito Federal aprobó el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de Santa Fe (PPDU), con un dictamen que obliga al ejecutivo del GDF a elaborar un proyecto sustentable para Santa Fe, crear un nuevo fideicomiso público que sustituya al fideicomiso privado y que defina los nuevos lineamientos de desarrollo urbano y usos de suelo.

La delegación Álvaro Obregón ha descartado que con la aplicación del PPDU aumente la densidad de población en la zona, que actualmente es de 37.02 habitantes por hectárea, mientras que para 2020 este indicador alcanzaría 51.88 habitantes por hectárea (En Iztapalapa la densidad de población es 156.80 habitantes por hectárea).

El nuevo PPDU obliga a los desarrolladores a presentar un *Estudio de Impacto Urbano* antes de que se realice cualquier construcción. De los montos para compensación derivados de los estudios de impacto urbano y ambiental de las obras que se realicen en el complejo, el 10 % deberá destinarse para mejoras urbanas y ambientales.

Tabla 17: : Habitantes, personas en tránsito y usos de suelo en Santa Fe

| Categoría | Personas | Uso de suelo | Superficie (ha) |
|--|----------|-------------------------------|-----------------|
| Residentes | 34,394 | Habitacional | 213.05 |
| Estudiantes | 15,000 | Servicios y oficinas | 122.6 |
| Trabajadores eventuales* (domésticos y construcción) | 50,000 | Subcentro urbano | 13.6 |
| Empleados en empresas* | 80,000 | Centro comercial | 23.6 |
| Proveedores* | 20,000 | Corredor de servicios urbanos | 12.6 |
| Visitantes* | 20,000 | Área verde | 79 |
| Total | 219,394 | Espacios abiertos | 115.5 |
| | | Área verde | 142 |
| | | Rescate ecológico | 14.6 |
| | | Preservación ecológica | 25.6 |
| | | Vialidad | 198.5 |
| | | Total | 960.65 |

Fuente: Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe, 2012

(*) Declaraciones de la ACSF, diciembre de 2012.

En el capítulo 3.14. *Espacio Público* de la versión para la consulta pública del PPDU se manifiesta: **“Recuperar, valorizar y humanizar los espacios públicos de Santa Fe, en particular los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña, asignándoles como destino, parque público a fin de que los mismos no sean utilizados en el futuro para ningún otro uso.”**

9.4.3 Alameda Poniente, ex tiradero Santa Fe

La Alameda Poniente se ubica entre las avenidas Vasco de Quiroga e Ing. Javier Barros Sierra, en la porción central de Santa Fe. Su superficie era de 68 hectáreas, pero se redujo a 37 hectáreas por la ocupación de algunas porciones por quienes demostraron ser sus legítimos propietarios (ver ciclos verdes y construcciones en la foto área de Google).

El entonces Departamento del Distrito Federal cerró el antiguo tiradero de Santa Fe en 1986. Su propiedad está registrada por Servicios Metropolitanos S.A. de C.V. (SERVIMET), que funge en calidad de empresa pública como el agente inmobiliario del gobierno local.

La obras de clausura dieron lugar al Parque Alameda Poniente, equipado con áreas verdes y árboles, un circuito vial interno, senderos peatonales, mobiliario urbano, juegos infantiles y campos de fútbol, así como pozos para venteo de biogás. En la colindancia con la Av. Vasco de Quiroga (lindero noroeste) se construyó un muro de contención. Sin embargo, la carencia de obras de control ambiental efectivas propicia que se produzca migración de lixiviado hacia cauces adyacentes, situación que se ha detectado mediante análisis químicos.

SERVIMET ha concretado la venta de aproximadamente 30 hectáreas de lo que restaba de la propiedad gubernamental en la Alameda Poniente, por esta razón, en los últimos 10 años se han establecido diversas edificaciones entre las que figura un hotel, una iglesia, un helipuerto e instalaciones para otros usos como oficinas administrativas, un módulo de seguridad pública, una estación de bomberos, una estación de emergencia, así como espacios para estacionamiento. El uso de suelo vigente como *Espacio Abierto* permite el establecimiento de estacionamientos, helipuertos y módulos de atención, así como infraestructura urbana, contrario a lo que permitía el anterior uso de suelo como *Área Verde*.

9.5 Relleno sanitario Prados de la Montaña

Prados de la Montaña es un terreno de 25 hectáreas que se encuentra delimitado por la Avenida Carlos Lazo, la calle Francisco J. Serrano y la Avenida Tamaulipas, en la delegación Álvaro Obregón, cerca de sus límites con la delegación Cuajimalpa.

Algunos elementos urbanos destacados que se encuentran en las inmediaciones del sitio son la Universidad Tecnológica de Monterrey, otros colegios privados, edificios de oficinas y habitacionales. Este relleno sanitario fue construido y operado por el entonces Departamento del Distrito Federal al cerrarse el tiradero de Santa Fe, en 1986. Operó durante casi ocho años y al tiempo de su cierre se habían dispuesto ahí 5.6 millones toneladas de residuos sólidos. Actualmente es un área dotada de pasto y sin acceso al público. Aunque se proyectó como relleno sanitario, durante su operación se ejerció la pepena controlada por aproximadamente 1,100 pepenadores, a quienes al cierre del sitio se les dotó de vivienda en unidades habitacionales en Iztapalapa y Tláhuac y se les incorporó como mano de obra en las Plantas de Separación en San Juan de Aragón y Bordo Poniente.

El predio consistía inicialmente del socavón de una mina de arena al que se acondicionó como relleno sanitario. La selección de este lugar se fundamentó en una serie de estudios topográficos, geotécnicos, geofísicos, climatológicos y geohidrológicos de los que se concluyó que la posible migración de lixiviados no representaría un riesgo serio para el acuífero subyacente. En el fondo del relleno se construyó un estrato de baja permeabilidad mediante material arcilloso compactado para limitar aún más la migración de lixiviado y se le dotó con un sistema de canales colectores que descargan a cárcamos de concreto desde donde se pueda extraer el lixiviado. Adicionalmente se instaló en su interior, sobre la ladera occidental, un tendido de geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) con el fin de reducir la migración de biogás a través de los materiales granulares altamente permeables de dicha ladera. Paralelamente a la operación del sitio se construyeron pozos para el venteo pasivo del biogás que se generase (López y Sámano, sin año).

La clausura se realizó al fin de la vida útil de relleno, en 1994, cuando en México aún no existía una norma al respecto. Debido a la plusvalía de la zona y con base en un convenio celebrado con desarrolladores vecinos, el proceso de clausura se rigió por estándares de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para el estado de California, en los Estados Unidos de América, los más rigurosos en la materia. La cubierta final se construyó con varias capas de materiales térreos que incluyeron una capa de baja permeabilidad de material

Fotografía 40: Red de captación de biogás del relleno sanitario Prados de la Montaña



Fuente: Elvira Schwanse

arcilloso compactado. Los trabajos fueron supervisados de la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) como auxiliar técnico de SERVIMET. Se determinó que por lo menos durante 10 años posteriores a la clausura no habría acceso al público y no daría al terreno a ningún uso diferente del de área verde.

Para el control del biogás se construyeron 112 pozos de extracción, conectados a dos redes de conducción interiores y una perimetral, que alimentan tres quemadores en los que se dispone el biogás, sin haberse efectuado desde la clausura ningún aprovechamiento del mismo.

“En sus mejores días, llegaron a generarse 6 mil m³/h de biogás. No obstante, en la actualidad, debido a la fermentación de desechos en el subsuelo, se producen 1,440 m³/h, de los cuales 54 % es metano, gas con potencial calorífico suficiente para generar electricidad y alumbrar una colonia con 1.500 viviendas.”(ETEISA, 2008).

Actualmente es un espacio cubierto de pasto y con vegetación arbórea solamente en su periferia y sin ningún tipo de equipamiento recreativo. Además de las instalaciones para control de biogás, las únicas obras de infraestructura existentes son tanques, una estación de bombeo para agua potable y tratada, y otra para bombeo de lixiviados.

Planes para los ex tiraderos de Santa Fe

Figura 35: Render del futuro Parque Bicentenario Santa Fe en el ex relleno sanitario Prados de la Montaña



Fuente: OFA, 2010

En Santa Fe hay varios intereses en el terreno de la Alameda Poniente y en especial sobre en el terreno de Prados de la Montaña. En el año 2009 circuló un documento de la Dirección de Patrimonio Inmobiliario para la comercialización de Prados de la Montaña para que allí se construyera un complejo de 18 edificios. En estudios de la consultoría Desarrollo de Negocios FY & HP se estimó el precio de venta por metro cuadrado del terreno a 720 dólares, mientras

que el precio de venta del metro cuadrado a tres años del terreno, ya saneado y con nuevo uso de suelo, se estimó a 2 mil dólares (un total de 500 millones de dólares para todo el terreno).

Una oficina de arquitectura desarrolló en nombre de la delegación de Cuajimalpa un anteproyecto para el uso recreativo de esta zona y residentes de Santa Fe. En 2009 se encargó un estudio de viabilidad a la empresa Tecnosilicatos para el saneamiento y la transformación de Prados de la Montaña en un parque con usos recreativos y deportivos.

La Asociación de los Colonos de Santa Fe y Álvaro Obregón declaró interés en obtener el terreno para poderlo administrar y mantenerlo como propiedad de la Asociación más que como propiedad común de la Delegación, según la asociación, con uso como zona verde.

La población de Santa Fe, organizada en la asociación de los *Vecinos de Prados de la Montaña* y como *Asociación Vive Tarango* presentaron en 2010 el proyecto *Parque Ecológico Bicentenario Santa Fe*, que incluyó un sistema de transporte público circular, el aprovechamiento del biogás del relleno Prados de la Montaña y el rescate de la Alameda Poniente.

El proyecto podría participar en Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) mediante tecnologías de energías alternativas para el aprovechamiento del biogás, lixiviados y residuos sólidos. En este proyecto participaron, hasta el año 2011, el Frente Ciudadano del Poniente, la Embajada de Canadá, la Fundación Clinton, empresarios, colegios particulares de la zona, asociaciones como Biomasa y Biogás, Cruz Blanca, la Asociación de Colonos de Santa Fe y la Confederación Internacional de Ecologistas de México. Con actualización del Plan Parcial de Desarrollo en 2012 queda a esperar que interés dominaran sobre el terreno, mientras se hace menos y menos atractivo el aprovechamiento de biogás.

9.6 GAM: Alameda Oriente

La Alameda Oriente tiene 83 ha y está ubicada en la delegación Venustiano Carranza, a lado del Aeropuerto Internacional, en los antiguos terrenos de la Laguna de Xochiaca. Fue utilizada por muchos años como receptor de las desaguas del aeropuerto y como constante depósito de residuos de todo tipo. Su origen y evolución es similar al ex Lago de Texcoco, así que con la disposición de desechos sólidos se rompió el equilibrio ecológico de la zona, pues se afectó el entorno por fauna nociva, olores fétidos y una deplorable imagen, y además se convirtió en un lugar propicio para la comisión de delitos.

El tiradero clandestino fue clausurado en 1987, el terreno se rescató como "Proyecto Xochiaca" y con el nombre "Alameda Oriente", cuando se integró en los años 80 al programa de dotación de áreas verdes del Gobierno de la Ciudad de México que saneó y rehabilitó el área.

Fotografía 41: Alameda Oriente



Fuente: Servicio de Limpia de la Ciudad de México

Fotografía 42: Tarde de viernes Santo en la Alameda Oriente



13. abril 2009

Afuera de lo más oriental del Aeropuerto, en donde nadie llega, se ubica la Alameda Oriente, frontera con Neza, el Aeropuerto y la nada.

Este viernes santo mucha gente se atrevió a apagar la tele, a no ver "una de Jesús" y salieron a la playa ebrardiana instalada (cómo no se va a poder) en este parque público.

*http:
//espacioperdido.blogspot.mx*

Fuente: Espacio perdido [en línea]

El Parque Alameda Oriente cuenta hoy día con una superficie de 82.9 ha, dividida en nueve zonas que ofrecen un lago artificial, instalaciones deportivas y recreativas, áreas verdes y de jardín y un vivero. El fin de semana los visitan cerca de 5,000 habitantes de la misma Delegación, en su mayoría familias que aprovechan las actividades para niños en las áreas verdes. Una gran atracción que ofrece la Alameda Oriente es una Playa Pública instalada durante las vacaciones escolares.

10 Sitios contaminados y revitalizados

2 Ejemplos de buenas prácticas en México

Fotografía 43: Parque Fundidora en Monterrey, Nuevo León



Fuente: Cronosport México [en línea]

Figura 36: Mapa del parque Fundidora Macroplaza



Fuente: Skycraperlife [en línea]

10.1 Parque Fundidora – Nuevos valores históricos, culturales y ambientales para Monterrey

El Parque Fundidora ofrece a la zona metropolitana de Monterrey, con 3.7 millones de habitantes, una zona verde y de esparcimiento única en su tipo, que incluye espacios para actividades empresariales, sociales, turísticas y culturales. Su importancia comercial es equiparable con el Centro Internacional de Negocios, la Arena Monterrey, el Auditorio Fundidora y con diversas ferias locales.

Con monumentos históricos como las antiguas naves industriales, altos hornos, chimeneas, edificios y maquinaria de la primera y más grande industria siderúrgica de América Latina, el parque es un símbolo para la ciudad y está propuesto para incluirse por la UNESCO como patrimonio de la humanidad. Su valor ecológico como *pulmón verde* y lugar de recreación en medio de la ciudad es tan importante como su valor histórico y comercial.

La Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A. operó en Monterrey de 1900 a 1986, producía artículos de fierro y acero como rieles, alambrón, varilla corrugada, estructuras y ruedas para ferrocarril, entre otros. El cierre de esta empresa en 1986 conllevó gestiones para determinar el uso posterior que habrían de tener los terrenos e instalaciones. El Gobierno del Estado de Nuevo León solicitó al Gobierno Federal la expropiación de los terrenos de la Fundidora Monterrey para que a su vez le fueran cedidos a dicho gobierno estatal.

Conforme a la Ley de Expropiación, en 1988 se efectuó la Declaración de Utilidad Pública para la conservación y mejoramiento de 114 hectáreas que ocupaba la empresa Fundidora

Monterrey, S.A., así como la construcción de un centro internacional de negocios y para su urbanización. Ese mismo año se constituyó formalmente el Fideicomiso *Parque Fundidora*. En 1989 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología aceptó el Plan Maestro que presentó el Gobierno del Estado de Nuevo León para crear un parque con visión ecológica como *pulmón* para Monterrey el cual se administra hoy en día por medio de un Organismo Público descentralizado, denominado *Parque Fundidora*.

En 2001 el Parque logró concretar su máxima transformación al ser declarado *Museo de Sitio de Arqueología Industria*. Entre 2004 y 2009 el parque se incorporó al Plan Estatal de Desarrollo “Proyectos estratégicos para transformar Nuevo León”.

La segunda parte del proyecto, Parque Fundidora 2, forma parte del Paseo Santa Lucía y consiste en una extensión de 29 hectáreas del Parque Fundidora, con un significativo incremento de los servicios e instalaciones existentes. En esta etapa *Parque Fundidora Marco Plaza* se sanearon los terrenos contaminados con residuos peligrosos de la industria minero-metalúrgica y se planearon zonas habitacionales con un total de 1,500 viviendas y zonas de uso mixto.

El Parque Fundidora recibe anualmente más de un millón de visitantes, entre ellos se incluyen vecinos de la zona, grupos diversos de deportistas, asistentes a eventos de fin de semana y actividades que llegan a concentrar hasta cien mil personas en sólo un día.

Remediación del sitio

Entre 2004 y 2005 un equipo multidisciplinario de profesionales realizó trabajos de campo, estudios topográficos, análisis de laboratorio y las correspondientes interpretaciones para el *Estudio de Adecuación Ambiental de la Fase II (Peñoles) para el proyecto “Fundidora II”*. El Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Nuevo León, reportó la presencia de diversos tipos de residuos peligrosos propios de las operaciones y procesos minero-metalúrgicos. En los trabajos de remediación para metales totales, metales lixiviables, cianuros y sulfuros se aplicaron tres diferentes tecnologías:

- Excavación y disposición externa.
- Estabilización *in situ*.
- Cubierta *in situ*.
- Combinación de algunas de ellas.

Concepto financiero

Los trabajos de remediación del sitio tuvieron un costo de 5.37 millones de pesos, el retiro y confinamiento de residuos implicó además un costo de 16.2 millones de pesos; por su parte, la construcción del canal para el Paseo Santa Lucía al Parque Fundidora costó 119.2 millones de pesos. El costo total de la construcción del Parque Fundidora fue de 2,000 millones de pesos, de los cuales la mitad la sufragó el Gobierno Federal y la otra mitad el gobierno estatal (UANL et al, 2009)⁴⁸.

Los ingresos propios del Parque fueron de 10.4 millones de pesos en 1999 y se incrementaron a 29.34 millones de pesos para 2003, sin incluir la venta de agua industrial que fue suspendida en el año 2000. Los egresos totales del Parque también se incrementaron como consecuencia de

⁴⁸Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil, 2009

la puesta en marcha de las diferentes áreas, ascendiendo de 14.83 millones de pesos en 1999 a 45.21 millones de pesos en 2003, incluido el gasto extraordinario por la realización de la Cumbre de las Américas. El número de hectáreas ajardinadas se incrementó en una proporción importante al pasar de 16.2 ha en 1999 a 51.3 ha en 2003, con una inversión de 65 millones de pesos (GENL, sin año)⁴⁹. A su vez, se redujo considerablemente el costo de mantenimiento anual por hectárea, que pasó de 915,432 pesos en 1999 a 360,177 pesos en 2003.

Tabla 18: Costos del Parque Fundidora

| | |
|--|--|
| <i>Costo unitario de construcción del Parque</i> | <i>\$1,754/m² 2,000 Mdp. para 114 ha</i> |
| <i>Costo total de remediación (29 ha)</i> | <i>21.57 Mdp (5.37 Mdp + 16.2 Mdp.)</i> |
| <i>Costo unitario de remediación (m²)</i> | <i>\$74.37/m² (\$21,570,00 para 290,000m²)</i> |
| <i>Costo anual de mantenimiento</i> | <i>45.21 Mdp.</i> |
| <i>Ingresos anuales</i> | <i>29.34 Mdp.</i> |

Fuente: Elaboración propia

10.2 Parque Bicentenario – De refinería PEMEX al parque popular de Azcapotzalco

El Parque Bicentenario se ubica en la delegación Azcapotzalco en el Distrito Federal. Con un 32 % del suelo de uso industrial tiene la Delegación un alto perfil industrial. Las áreas verdes toman el 12 % (4.28 km²), la relación de áreas verdes por habitante es de 5.3 m² por habitante.

En 1933, la compañía petrolera “El Águila” puso en operación la refinería cuya capacidad de producción fue de 7,500 barriles diarios (hasta 105,000 barriles en 1976). El 18 de marzo de 1938 se llevó a cabo la expropiación petrolera y Petróleos Mexicanos inauguró en 1946 la refinería “18 de marzo” que abasteció en las siguientes décadas a la zona metropolitana del Valle de México.

La creación de la refinería en un terreno de 172 hectáreas influyó en gran medida en el desarrollo urbano y económico de la Delegación hasta los años setenta. La Refinería contó con plantas de refinación, petroquímicas, tanques de almacenamiento, servicios auxiliares, terminal de embarques y reparto, terminal de lubricantes, talleres y almacenes, edificios administrativos y muchos empleados (García, 2008). Se producía principalmente gasolina, turbosina, querosín, diésel, gas, gas licuado del petróleo (Gas LP) y combustóleo. Como consecuencia de la tecnología con que operó la Refinería, se contaminó el subsuelo en los terrenos que albergaban sus instalaciones.

Fotografía 44: Refinería PEMEX



Fuente: PEMEX-SEMARNAT

⁴⁹ Parque Fundidora, Manual de Organización y de Servicios, Gobierno del Estado de Nuevo León, sin año.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 planteaba la construcción de un parque de 100 ha en los terrenos ocupados por la ex refinería. El principal objetivo fue recuperar ese espacio y construir un área verde que atrajera y desarrollara la fauna urbana y recreativa para los habitantes del Valle de México. Debido a la operación de la refinería, se debió hacer un estudio que permitiera definir la situación y los planes de remediación de las instalaciones para poder habilitar la zona con fines recreativos y de esparcimiento (DDF, 1995).

En septiembre 2006 se firmó un acuerdo de cooperación entre la SEMARNAT, PEMEX y PEMEX Refinación sobre la remediación del predio que ocupó la ex Refinería 18 de Marzo que se destinaría a la construcción del Parque Ecológico del Bicentenario. Se realizó una licitación pública para el diseño general de un parque de una superficie de 55 hectáreas, según el objetivo planteado en los lineamientos generales de la SEMARNAT.

Plan de remediación de la Refinería

La remediación de la ex refinería 18 de marzo, en sus dos fases, representa una de las acciones de saneamiento más grandes en el mundo y, desde luego, de las más importantes en la historia de Petróleos Mexicanos. Las zonas 2, 3 y 4 integraron la Fase 1 de remediación, equivalentes a 22 hectáreas, las zonas 5, 6 y 7 integraron la Fase 2 de 33 hectáreas.

Según la LGPGIR, la remediación de un sitio contaminado es el conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

Para proceder a la remediación, en 2006 el Instituto Mexicano del Petróleo realizó la caracterización del sitio. En abril del 2006, la SEMARNAT evaluó el programa de remediación del predio presentado por PEMEX y lo consideró viable para uso de suelo recreativo. La zona 1 registró niveles de contaminación por debajo de la norma, por lo que no fue necesaria su remediación.

En 2007 inicia la remediación de la Fase 1 a cargo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, la Universidad Autónoma de Nuevo León y el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN. Se aplicó la técnica de biorremediación "On site" en celdas de tratamiento; el muestreo final se realizó en 2008 con la presencia de la PROFEPA. En 2008 se inició el saneamiento de la Fase 2 por especialistas del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, la Universidad Autónoma del Carmen, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el Instituto Politécnico Nacional, el Colegio de Postgraduados y la Universidad Nacional Autónoma de México y se saneó hasta finales de 2009.

Para el saneamiento del agua subterránea somera, la Comisión Nacional del Agua autorizó los niveles de limpieza, así como las técnicas de tratamiento aireación y absorción con carbón

Figura 37: ERA



Fuente: Dr. Llamas, PEMEX-REP

Fotografía 45: Biorremediación a través de biopilas



Fuente: SEMARNAT, 2008

activado. Las mediciones que se hicieron fueron para identificar concentraciones de cualquiera de los siguientes once productos: ozono, fracción ligera, fracción media, benceno, etilbenceno, tolueno, xileno, metales, partículas suspendidas totales, fenol y estireno. Las conclusiones de los monitoreos son que, a excepción de las partículas suspendidas totales, no se encontró concentración de ninguno de los diez componentes restantes. La preocupación inicial por parte de los vecinos respecto a que las emanaciones derivadas de la remediación pudiesen estar teniendo alguna afectación para la salud, quedó plenamente aclarado con el monitoreo de aire que hizo el Instituto Mexicano del Petróleo.

El sitio quedará saneado hasta alcanzar niveles de limpieza que no representen riesgo a la salud de las personas o del medioambiente en ningún momento. Se monitorean constantemente la emisión de vapores para confirmar que no existen emisiones contaminantes a la atmósfera. Los trabajos de saneamiento se efectúan de acuerdo a la normatividad aprobada por la SEMARNAT NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, por lo cual no existirá algún riesgo para salud de los habitantes de las colonias cercanas.

Técnicas aplicadas

Las técnicas de remediación que se aplicaron una vez avaladas por la autoridad ambiental fueron:

Biorremediación

En la remediación de la ex refinería se realizaron excavaciones para extraer el suelo contaminado y transportarlo a las áreas de tratamiento, en las cuales mediante la adición de nutrientes y aireación, se redujo la concentración de hidrocarburos. Se extrajeron aproximadamente y trataron 600,000 metros cúbicos de suelo contaminado.

Biopilas

Es una técnica de biorremediación que se utilizó para la descontaminación de suelos con compuestos orgánicos persistentes en baja concentración. Las biopilas se airean de manera pasiva o activa y se adicionan nutrientes en caso de requerirlo (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.), todo lo cual sirve para incrementar la degradación de los contaminantes.

Extracción de Vapores

Remueve los contaminantes volátiles que se encuentran en los subsuelos contaminados. Se inyecta aire en la zona vadosa a través de pozos para volatilizar. Mediante esta técnica se perforaron 3,120 pozos a una profundidad de 3.5 metros, a través de los cuales se realiza la extracción al vacío de los vapores de la fracción ligera del subsuelo.

Fotografía 46: Usuarios en el Parque Bicentenario



Fuente: Elvira Schwase

Bioventeo (*bioventing*)

Proceso basado en la aireación del suelo a través de pozos a 3.5 metros de profundidad, lo anterior, para estimular la actividad biológica y mejorar el proceso de degradación de los hidrocarburos presentes en la zona vadosa. A través del bioventeo se incrementa la velocidad de biodegradación.

Para Benceno-Air sparging (burbujeo)

Esta técnica de remediación consiste en la perforación de pozos, a través de los cuales se inyecta aire en el agua subterránea para reabsorber el benceno y arrastrarlo hacia los pozos de extracción de vapores, donde es capturado y posteriormente tratado en equipos especiales que evitan la emisión del contaminante al aire. PEMEX perforó 529 pozos a una profundidad de 8 metros para la remediación de la zona.

10.2.1 Costos, beneficios e impactos

El Parque Ecológico del Bicentenario fue inaugurado el 7 de noviembre de 2010. Uno de los principales objetivos fue cumplir con el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, además de crear un área verde que beneficie a la gran población de la Ciudad de México. Las 55 hectáreas están divididas en cinco áreas temáticas, que representan microecosistemas del país con el propósito de promover el conocimiento de los recursos naturales en el contexto de la sustentabilidad.

Se trataron 1.3 millones de toneladas de tierra aproximadamente, 275,078 m³, 325 toneladas de hidrocarburos en la primera etapa, 939,639 m³, 1 millón 601 toneladas de hidrocarburos en la segunda etapa. Además se remediaron 400,000 m³ de agua. Se introdujo nueva tierra fértil, se plantaron 4,500 árboles, 7,000 plantas, se construyeron 4 km de andadores y 3 ciclovías. Se construyeron 15 ha incluyendo plazas, andadores, cuerpos de agua, ciclistas, estacionamientos, canchas deportivas, juegos infantiles, áreas de estar. Las áreas edificadas incluyen salas de exposiciones temporales, un museo, pabellones educativos, una zona de

Figura 38: Proyecto Parque Bicentenario



Fuente: SEMARNAT, 2010

alimentos y módulos de W.C. Las áreas abiertas son de 26.8 ha.

En el año 2010 según datos de la Secretaría de Medio Ambiente del DF, el total de área verde del DF, sin contar el suelo de conservación, era de 12,828 ha, que con la construcción del parque aumentó el tamaño de las áreas verdes en la Delegación de 42.8 hectáreas (0.33 %) a 86.8 ha. (0.67 %) de áreas abiertas del DF de un total de 12,872 ha.

El costo final del parque fue de 1,900 millones de pesos. Se tiene calculado que haya un ingreso de 76 millones de pesos al año y un costo de operación de 72 millones de pesos al año.

Tabla 19: Costo aproximado del Parque Bicentenario

| Proyecto | Costos aproximados en M.N. |
|--|-----------------------------------|
| Costo total de cotización de creación del parque | 1,900,000,000 |
| Costo total de remediación | 950,000,000 |
| Costo de remediación por m ² | 782 |
| Costos parque (sin remediación) por m ² | 1,727 |

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, el Parque Bicentenario por sí mismo no es un proyecto “ancla” o que haya incentivado al aumento del valor del suelo en la zona, a pesar de haber revertido los riesgos a la salud que representaba la refinería en un periodo de tiempo corto (uno o dos años).

El Parque Bicentenario debido a sus características físicas, a su ubicación y a su tamaño, satisface en la parte norte de la ciudad la necesidad de tener áreas verdes accesibles para la población y de ser hoy en día un nuevo “pulmón”, que debe ser considerado como un “hito” en la planeación urbana.

Hoy en día, a la par del Parque Bicentenario se planean proyectos en la zona como el corredor Masaryk-Azcapotzalco con una extensión de 12 km que remata en el Parque Bicentenario y que se espera que contribuya a la reconversión de la zona. Este proyecto y la suma de otros proyectos asociados impulsarán el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida de la zona.

DESARROLLO DE INDICADORES

11 Desarrollo de índices para la revitalización de sitios residuales

“La áreas verdes son un patrimonio natural muy valioso para la sustentabilidad urbana; la mitigación de las ‘islas de calor’, la reducción de contaminación y la captura de carbono, se cuentan como los principales beneficios ambientales de la área foliar de los árboles y bosques urbanos, y no se diga de otros beneficios —no menos importantes— de tipo ecológico, social, económico, psicológico y espiritual.”(Rivas, 2005)

Para evaluar los impactos negativos y positivos que conllevan los sitios revitalizados, y para determinar el valor que tiene cada sitio revitalizado en términos sociales, ambientales, económicos y urbanos, se desarrollan criterios en forma de índices e indicadores que se aplican a cada sitio, los resultados se comparan con el fin de definir el potencial energético, económico, ecológico y urbano que implican los sitios residuales. Sin embargo, se aplican los indicadores a sitios con diferentes condicionantes y en diferentes estados de tiempo, que pueden ser desde antes de la clausura y remediación del sitio hasta para un sitio ya consolidado.

Enseguida se presenta la *Matriz de Índices para sitios residuales* con cuatro categorías de Índices que incluyen dos tipos de indicadores: indicadores cuantitativos e indicadores semicuantitativos, ambos se plasman en unidades distintas y en valores numéricos. En el Capítulo 12. *Análisis y Evaluación* se aplica la Matriz a diferentes sitios residuales y revitalizados que se detallaron anteriormente en el parte *D: Casos de Estudio*.

11.1 Matriz de Índices

La Matriz de Índices se compone de cuatro índices: *Índice energético-económico*, *Índice ecológico*, *Índice de Gestión y Valor de Suelo* e *Índice ambiental-urbano*. Cada Índice incluye diferentes indicadores y sus correspondientes valores o unidades. Las unidades refieren datos medibles y reconocidos (para indicadores cuantitativos), los valores numéricos refieren una ponderación que se dedica en la evaluación del mismo indicador (para indicadores cuantitativos o semicuantitativos). La unidad representa un valor relativo que se compara en diferentes casos de estudio, mientras el valor numérico, en la mayoría reportada en una escala entre 0 y 3⁵⁰, representa un indicador absoluto, no obstante se también es posible establecer comparaciones entre diferentes casos de estudio.

El primero, el *Índice energético-económico*, considera el posible aprovechamiento energético de los sitios residuales con sus correspondientes costos y beneficios; el segundo, *Índice ecológico*, refiere los peligros de las áreas residuales y los beneficios de las áreas verdes; el tercero, *Índice Gestión y Valor de Suelo*, se enfoca a la gestión de los suelos residuales y cercanos y sus correspondientes valores en el mercado inmobiliario; el cuarto, *Índice ambiental-urbano*, abarca diversos aspectos de utilidad y accesibilidad del sitio revitalizado en el contexto urbano.

⁵⁰ 0 = no existente / malo, 1 = poco existente / satisfactorio, 2 = normal, 3 = frecuente / bueno

Periodicidad

Los cuatro índices se refieren a diferentes etapas o espacios de tiempo: los aspectos energético-económicos se pueden considerar independientemente de una revitalización, incluso ya para la época de operación de un relleno sanitario. Los indicadores de *Índice de Gestión y Valor de suelo*, se pueden establecer solamente dentro de un eje de tiempo de 3 a 10 años, en el que se comparan los valores de suelo antes y después de un proyecto de revitalización. Los *indicadores ecológicos* incluyen aspectos ambientales negativos y aspectos positivos; los primeros evalúan el daño de los terrenos residuales hacia su entorno después de haber sido clausurado; los segundos, los aspectos ambientales positivos, se refieren a un sitio revitalizado como área verde, así que se considera el *Índice ecológico* también un tiempo antes y después de la revitalización. Los aspectos ambiental-urbanos sólo se pueden medir en espacios públicos y verdes ya revitalizados y consolidados.

Matriz de Índices con fichas técnicas

En la siguiente tabla se presenta la vista general sobre los cuatro índices, se explica para cada índice el tipo de indicador, una definición breve y los objetivos y metas que se quieren alcanzar con cada índice, así como las definiciones y conceptos que los respaldan. Para la medición se menciona que método se aplica, así como la periodicidad que requiere la medición o el levantamiento de los datos o informaciones.

Limitaciones del Indicador: Cada método, información o fuente tiene su marco y sus límites, lo que pueden ser factores externos o internos. También se puede dificultar la medición y presentación de un indicador porque existen contradicciones con otros métodos de medición o metodologías de evaluación científicamente no reconocidas. La fila *Fuentes de datos* explica donde se pueden encontrar informaciones, datos y métodos para generar o determinar el indicador.

En *Referencias / Marco teórico* se hace vínculo a diferentes conceptos como se explica anteriormente en el Capítulo 4. *Conceptos para el desarrollo urbano sustentable*. Por lo tanto los indicadores reflejan las ideas y postulaciones de Ebenzer Howard y *Garden City*; de Stefan Lehmann y *Urbanismo Verde* con sus tres pilares Energía y Materiales, Agua y Biodiversidad, y Planeación Urbana y Transporte, así como conceptos para Ecosistemas Urbanos y la Biodiversidad Urbana. El discurso del *Derecho a la Ciudad* se refleja en los indicadores ambiental-urbanos y en el *Indicador Gestión y Valor de Suelo*.

Tabla 20: Matriz de índices con fichas técnicas

| Índices | II. ÍNDICE ENERGÉTICO-ECONÓMICO | I. ÍNDICE ECOLÓGICO | | III. ÍNDICE GESTIÓN Y VALOR DE SUELO | IV. ÍNDICE AMBIENTAL-URBANO |
|-----------------------------------|--|---|--|--|---|
| Indicadores | Indicador 1 | Indicadores 2 y 3 | Indicador 4 | Indicadores 5,6,7,8 | Indicadores 9,10,11 |
| Tipo | Cuantitativo | Cuantitativo (negativo) | Cuantitativo (positivo) | Cuantitativo | Semi-cuantitativo |
| Definición breve | Aprovechamiento de los gases provenientes de los residuos para fuentes de Energías Alternas (EA) | Impacto negativo del sitio residual al Medio Ambiente (MA) y al entorno urbano por emisiones al agua, aire y suelo | Beneficios del Área Verde (AV) al entorno urbano y a la población | Impacto del AV en la gestión y en el valor económico de los suelos | Accesibilidad, equipamiento, funcionalidad del AV consolidado |
| Definiciones y conceptos | Bonos de Carbono/MDL Producción energética y comercialización | Prevención de riesgos. Remediación de sitios contaminados | Biodiversidad urbana, AV como indicador de sustentabilidad | Plusvalía y valor catastral. Impacto directo del mejoramiento ambiental al valor y uso del suelo. Fenómeno de gentrificación | Interrelación ecosistema-entorno urbano, creación de AV y parques |
| Medidas/ Valores | Emisiones de m3 biogás. Ganancia en \$/t RSU | t CO2, agua freática, lixiviados, explosividad | Aumento de áreas verdes, captación de aguas pluviales, cambio de temperatura | Plusvalor económico (\$/m2 y %), cambios de uso de suelo, grado de gentrificación | Usabilidad, funcionalidad, seguridad, equipamiento, calidad y cantidad |
| Método de medición | Cálculo EPA | Brigada de Monitoreo DGSU. Publicaciones sobre proyecto de remediación | Planes de Desarrollo Urbano, Plan Verde y otros reportes sobre AV, Google Earth | Valor catastral y comercial. Cambio de uso de suelo | Estudios de campo, entrevistas con usuarios, opinión de expertos |
| Periodicidad | A partir de 2 hasta máximo 25 años después de la clausura de un relleno sanitario | Sitio en operación hasta 25 años después de su clausura con monitoreo | Después de la rehabilitación como AV consolidada | En un eje de tiempo de 3 a 10 años, antes y después de la creación del AV | Después de la instalación del AV, épocas altas: fines de semana y vacaciones |
| Fuentes de datos | Cálculo EPA. Pruebas técnicas y monitoreo | Plan de Desarrollo NOM-083 SEMARNAT 2003. Pruebas técnicas y monitoreo | Plan de Desarrollo. Monitoreo Plan Verde. Estudios de Campo | Oficina de catastro (tesorería). Planes de Desarrollo. Tesina Cd. Jardín; Estudio GIZ: Parque Bicentenario | Estudio de campo. Planes de Desarrollo/Parques y Jardines. Entrevistas y encuestas. |
| Limitaciones del Indicador | Los cálculos se basan en pocas pruebas técnicas, EA todavía costoso, puede haber conflicto entre AV y EA | Falta de recursos para estudios técnicos y monitoreo del DF. Monitoreo no en todos los lugares. Acceso restringido a informaciones sensibles de contaminación | Difícil medir beneficios físicos y psicológicos. No existen normas o programas para la revitalización de sitios residuales en AV | Otros impactos urbanos que generan mayor valor. Muestra no representativa. Limitaciones en políticas y normas para gestionar sustentabilidad de suelos urbanos | Requiere área consolidada. Aspectos multifactoriales. Subjetividad |
| Referencia/ Marco teórico | MDL. Urbanismo Verde. Ley de Energías Renovables | Ecosistemas Urbanos. Semarnat: Prevención y remediación de sitios contaminados. NOM.83 SEMARNAT 2003 | Ecosistemas Urbanos y Biodiversidad. Urbanismo Verde. Cd. Jardín de Ebenezer | Cd. Jardín (Concepto Uso del Suelo Común). Derecho a la Ciudad | Urbanismo Verde. Derecho a la Ciudad |

Fuente: Elaboración propia

11.2 Índice energético-económico (Indicador 1)

El índice energético-económico es un indicador cuantitativo que calcula el aprovechamiento energético de los RSU, tema que se trata a detalle en el capítulo 6: “Mecanismo de Desarrollo Limpio y programas en México”. El punto de partida se encuentra en los gases generados de los RSU depositados que se pueden captar como biogás para ser transformados en energía, en lugar de reflejarse de forma negativa en el Índice ecológico.

Los proyectos de mitigación de GEI pueden participar en proyectos de MDL y vender sus *Bonos de Carbono*, además se generan beneficios económicos por la producción y venta de energía alterna (en forma de electricidad, vapor, calor, gas y diferentes formas de cogeneración). aparte de la referencia al MDL y a la *Ley de Energías Renovables* (véase Anexo), que define el marco de la comercialización de energías renovables, se refiere a la teoría del *Urbanismo Verde* que postula soluciones de energías renovables, gestión de recursos, gestión del impacto del cambio climático y gestión de residuos.

Para poder reportar el indicador en un beneficio económico, se deben considerar diferentes pasos y calcular varios costos e ingresos que refieren la instalación y operación de una planta que transforma el biogás captado en energía alterna, en el caso de este estudio y de los sitios analizados se refiere a la producción de electricidad. En el siguiente capítulo se detalla la metodología, aplicándose a dos sitios (Bordo Poniente, Prados de la Montaña) con los respectivos pasos.

Paso 1) Definición de la cantidad de biogás

La cantidad de CO₂ equivalente es al mismo tiempo el potencial de biogás que se puede aprovechar para energía alterna. El biogás se reporta como la cantidad capturada de CO₂ equivalente de un relleno sanitario durante una época de 21 años, donde la cantidad disminuye año con año. Después de 25 años, el aprovechamiento de biogás ya no es rentable.

Se reporta la cantidad total de CO₂eq, como lo explica el Modelo de cálculo EPA.

Modelo de cálculo EPA (United States Environmental Protection Agency)⁵¹

Para estimar la generación potencial de biogás se aplica el Modelo Mexicano de Biogás v2.0 cuyo desarrollo se fundamentó en el Modelo de la IPCC V2006 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de las Naciones Unidas y en el Modelo LMOP de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). El modelo ha sido desarrollado con el objetivo de proporcionar proyecciones realistas y conservadoras de la generación y captura de biogás. Este modelo calcula la cantidad de biogás que se generará y la rapidez con que lo hará en función de la antigüedad, la cantidad y características de la materia orgánica que contengan los residuos confinados. Para ello requiere datos específicos como las fecha de apertura, operación y clausura, la composición de los residuos, ubicación geográfica y otros elementos respecto a las condiciones presentes y futuras del sitio.

Este modelo asume factores de eficiencia en función de las condiciones climatológicas, de humedad y de operación de sitios en distintas regiones del país, para lo cual puede sugerir valores de la composición de los residuos y variables de entrada como la constante de

⁵¹ Infomaciones de la EPA: <http://www.epa.gov/lmop/international/mexicano.html>

generación de metano (k) o el potencial de generación de metano (L_0), dependiendo de la ubicación geográfica. También es sensible a las condiciones de operación, asume factores numéricos que reflejan el programa de clausura y eventos extraordinarios, para que el modelo estime la cantidad de biogás que puede generarse y la proporción de éste que sería posible captar. Se define la eficiencia con la cual se puede estimar el potencial de reducción de emisiones con respecto a la línea base, es decir, la cantidad de metano que se dejaría de emitir a la atmósfera.

El modelo calcula la generación de biogás mediante la aplicación de una ecuación de decaimiento de primer orden que considera los siguientes elementos:

Dónde:

- Q_{LFG} : flujo máximo esperado de generación ($m^3/año$)
 i : incrementos de un año
 n : año de cálculo – año de inicio de depósito de residuos
 j : incrementos de 0.1 años
 k : rapidez de generación de metano ($1/año$)
 L_0 : potencial de capacidad de generación de metano (m^3/Mg)
 M_i : masa de residuos dispuestos en el año i (Mg)
 t_{ij} : edad de la j -ésima sección de residuos M_i dispuestos en el año i (años decimales)
MCF: factor de corrección de metano
F: ajuste por incendios

Paso 2) Ingresos por la mitigación de CO₂ y la participación en un MDL

Por otro lado se puede contar con ingresos por la *Venta de los Bonos de Carbono* que mitiga el proyecto MDL. Dada la incertidumbre de que se ratifique el Protocolo de Kioto después de 2012, se ha experimentado una de las mayores volatilidades en el precio de certificados de reducción de emisiones CER desde que éstos se empezaron a cotizar, por lo que predecir su comportamiento, es virtualmente imposible. Durante el período 2008-2011 los precios han oscilado entre los 7 y los 20 euros, actualmente ronda el rango de 12 a 14 euros.

Se reportara el índice de beneficios con 12 euros por 1 t de reducción de CO₂ equivalente.

Paso 3) Inscripción proyecto MDL

La inversión para lograr que el proyecto califique como MDL requiere una gestión especializada para obtener del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) que incluye las fases de:

- Elaboración de la Nota de Idea de Proyecto (PIN)
- Elaboración del Documento de Diseño del Proyecto (PDD)
- Aprobación del país anfitrión y del país inversionista
- Validación por Entidad Operacional Designada (DOE)
- Registro a la Junta Ejecutiva del MDL
- Monitoreo
- Verificación y Certificación
- Emisión de créditos de carbono (Bitrán & Asociados, 2006)

Para el índice interesa el costo de registro que implica la inscripción al programa MDL.

Se genera un costo de registro para la inscripción al programa MDL. Se calcula con 1.38 Mdp. por inscripción en cada caso de los Estudios presentes (Bordo Poniente y Prados de la Montaña).

Paso 4) Potencia de la producción de electricidad

Para determinar la potencia de la producción de electricidad, la EPA ofrece un instrumento de conversión⁵², que calcula la potencia que se puede obtener con una cantidad de emisiones de RSU, al aprovechar los gases de forma energética bajo condiciones predefinidas.⁵³ De la misma forma se calcula la potencia máxima para una planta eléctrica para cada año y se reduce en relación con la reducción de la cosecha de biogás. La eficiencia de una planta eléctrica se calcula generalmente al 60 %.

Se convierten las cantidades de RSU depositadas en la potencia que se puede obtener con:
1 Mt RSU = 0.778 MW

Para entender: Potencia y consumo de electricidad

- *De acuerdo con cálculos teóricos, una tonelada de residuos sólidos urbanos puede generar hasta 223m³ de biogás (SEDESOL, 2005). El poder calorífico del biogás está determinado por la concentración de metano, y se encuentra alrededor de 20 a 25 MJ/m³, comparado con 33 a 38 MJ/m³ para el gas natural. Cabe mencionar que un metro cúbico de biogás concebido en su totalidad mediante combustión es suficiente para generar seis horas de luz equivalente a una bombilla de 60 watts (SEDESOL, 2005).*
- *Para Bordo Poniente se está estimando una planta eléctrica con una potencia de aprox. 35 MW iniciales (en 2015 a 2019). Un moderno molino de viento tiene una capacidad de 2 a 5 MW. Con 1 MW se puede producir la electricidad para 2,250 viviendas⁵⁴ para 1 año, así que la energía producida en Bordo Poniente podría suministrar con electricidad a 80,000 viviendas.*

Paso 5) Venta de electricidad

Se reportan los ingresos esperados cuando no se necesita comprar electricidad de CFE, pues se prevé que en el futuro el GDF suministrará una parte de sus instalaciones con la electricidad producida en la propia planta eléctrica.

Explicación: Según la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el sector privado puede producir electricidad pero no la puede comercializar, la segunda opción es el aprovechamiento propio, por ejemplo de la industria que produce energía puede usarla ella misma o mandarla a sus otras sucursales. Otra opción que se aplica por ejemplo al municipio de Monterrey es el suministro de la red de metro, del alumbrado público y de oficinas estatales con la electricidad que se produce en el relleno sanitario.

⁵² EPA Conversión Tool: <http://www.epa.gov/outreach/lmop/projects-candidates/interactive.html>

⁵³ El contenido de metano del biogás es de 50 %, el poder calorífico del metano es 1,012 BTU x pie³, el promedio ponderado de consumo calorífico para motores con biogás como combustible, turbinas y turbinas de caldera/vapor es de 11,700 BTU x kWh.

⁵⁴ Se calcula el consumo eléctrico de una casa con 330 kWh/mes que son 4000 kWh/año o 4 MWh/año.

El precio de venta de la electricidad que se genere y entregue a la red de CFE es de \$1.96 M.N. por kWh. La tarifa promedio ponderada para el suministro actual es de \$2.25 M.N. por kWh (lo que se paga por el suministro de electricidad). La diferencia entre el precio de suministro y la remuneración de entrega se reporta como *Ahorro en la facturación eléctrica con la CFE*.

Paso 6) Costos para la planta eléctrica

Se consiguen las estimaciones para los costos iniciales para la instalación de la planta eléctrica y los costos de operación, mientras se interpolan los costos con la referencia a los costos estimados para una planta eléctrica en Bordo Poniente que ascienden a 6 Mdp. para una planta de potencia energética de 2 MW. Los costos de la inversión inicial y operación de una planta eléctrica, pueden parecer poco rentables cuando se compara la producción de energía alterna proveniente de residuos contra una planta eléctrica o termoeléctrica convencional.

11.2.1 Pasos para deducir el Índice energético-económico

Tabla 21: Pasos para deducir el índice energético-económico

| | |
|---|------------------------------------|
| RSU confinados (Mt) | |
| Captura neta de biogás (CO ₂ eq) | |
| Potencia de planta eléctrica (MW) | Máxima |
| | Mínima |
| Venta neta de energía eléctrica (Mdp.) | |
| [A] Ingresos (Mdp.) | Ingresos participación MDL |
| | Ahorro en la facturación eléctrica |
| | <i>Suma (Mdp.) [A]</i> |
| [B] Costos (Mdp.) | (Clausura) |
| | Captación de biogás |
| | Instalaciones de aprovechamiento |
| | Operación y mantenimiento |
| | Registro como MDL |
| | <i>Suma (Mdp.) [B]</i> |
| Beneficio económico neto [A - B] | |
| Ingreso por tonelada (\$ /t) | |
| Costo por tonelada (\$ /t) | |
| Beneficio económico por tonelada (\$ /t) | Indicador 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos [A] se componen de dos determinantes: los ingresos por la participación en el MDL y el ahorro en la facturación eléctrica. Los costos [B] se componen de cuatro a cinco determinantes: La clausura del sitio se agrega a menudo a los costos para la producción de electricidad, mientras este estudio considera la clausura como una precedente responsabilidad que deben cumplir los operadores del relleno sanitario. Quedan por asumir los costos para la instalación del sistema para la captación y aprovechamiento de biogás, los costos de operación y mantenimiento, así como los costos para el registro del proyecto como proyecto de MDL. El Beneficio económico neto se deduce al descontar los costos de los ingresos [A - B]. Por comparación se presentan los ingresos, así como los costos por tonelada, el Indicador 1 señala el beneficio económico por tonelada (\$/t).

11.3 Índice ecológico (Indicadores 2, 3, 4)

El Índice ecológico es un indicador cuantitativo e incluye indicadores de impacto negativo y de impacto positivo, en total se compone de tres indicadores independientes (Indicadores 2, 3, 4). Las emisiones de GEI se pueden balancear de forma recíproca y concluyen en el *Indicador 2: Emisiones totales de CO₂ eq.* El Cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003 que reporta el *Indicador 3* abarca los impactos negativos que pueden generar las disposiciones finales de RSU. Para sitios contaminados existen otras normas que se pueden aplicar y evaluar de la misma forma como la NOM-083; se reportan en el caso de estudio analizado del ex sitio industrial. El *Aumento de Áreas Verdes* que obtiene el *Indicador 4*, se refiere a conceptos para la creación de áreas verdes, a ecosistemas urbanos y a la biodiversidad urbana, es decir, a la calidad urbana.

11.3.1 Indicador 2: Emisiones de GEI

El indicador **Emisiones totales de GEI** (Gases de Efecto Invernadero) se mide en CO₂ equivalente y se estableció de acuerdo con la escala mundial para medir y negociar la mitigación de los GEI. El gas que emiten los rellenos sanitarios y tiraderos es producto de la descomposición anaeróbica de la fracción biodegradable de los residuos. En la descomposición anaerobia se genera metano, bióxido de carbono y otros gases en pequeñas cantidades. Los gases de metano y del bióxido de carbono se suman al factor de CO₂ equivalente, donde un gramo de metano equivale a 21 gramos de bióxido de carbono.

La cantidad de los gases que se emiten disminuye cada año; para obtener la cantidad total de emisiones emitidas se calcula con el modelo EPA la suma total de las emisiones anuales de CO₂eq en el lapso de 21 años.⁵⁵ En el caso de que exista un sistema o proyecto que elimine y/o transforme los gases, es decir la mitigación de los GEI, se reportan las reducciones de las emisiones de CO₂ equivalente y la cantidad de emisiones totales que reducidas por cantidad mitigada. Cabe el Indicador 2 se reporta la reducción real y no el potencial calculado de gases que se pueden reducir o transformar, como es el caso del anterior Indicador 1.

Se descuentan de las emisiones reportadas en 21 años según el modelo EPA, la cantidad de emisiones realmente captadas en 21 años. El Indicador 2: *Emisiones de GEI totales* se reporta en total de GEI emitidos a la atmosfera en la unidad: t CO₂ eq.

$I 1 = \text{Emisiones de CO}_2\text{eq emitidas} - \text{Emisiones de CO}_2\text{eq mitigadas}$

11.3.2 Indicador 3: Cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003

En el caso de los terrenos residuales, deben considerarse los peligros derivados de los sitios contaminantes para el medioambiente, el entorno urbano y la salud pública; a través de sus emisiones nocivas al aire, el subsuelo y los mantos acuíferos, e inclusive, el peligro de incendios y explosiones por la existencia de gases en el subsuelo. Para evitar y controlar los impactos negativos de las disposiciones finales de RSU, se creó en México la NOM-083-SEMARNAT-2003, que regula el estándar de los rellenos sanitarios para su instalación, operación, clausura y la fase de post-clausura (véase también NOM-083-SEMARNAT-2003: Norma para rellenos sanitarios y su clausura). Para sitios contaminados, como el caso de estudio en la ex refinería en

⁵⁵ Véase Índice energético-económico, Paso 1: Definición de la cantidad de biogás.

Azcapotzalco⁵⁶, se aplican las normas correspondientes de la SEMARNAT que identifican, previenen y revierten la contaminación de los recursos naturales en México. Las más importantes normas para detectar y analizar la contaminación de recursos naturales son: NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-133-SEMARNAT-2000, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, NOM-141-SEMARNAT-2003, NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, NMX-AA-132-SCFI-2006, NMX-AA-134-SCFI-2006, NMX-AA-141-SCFI-2006, PROY-NMX-AA-105-SCFI-2007.

El cumplimiento del estándar y el grado de contaminación de los ex tiraderos y rellenos sanitarios en la Ciudad de México se vigila y verifica por parte de la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) y las Brigadas de Monitoreo. Se toman continuamente pruebas técnicas en 11 sitios clausurados⁵⁷, éstas pueden ser de: emisiones de partículas suspendidas totales, emisión de partículas viables, ruido, agua tratada y residual, composta, agua freática, lixiviados. Para poder hacer declaraciones sobre un impacto negativo y en qué grado existe un riesgo al entorno para los casos de estudio elegidos, se aporta con las Fichas Técnicas⁵⁸ que reportan la condición del subsuelo, evalúan la infraestructura existente en el sitio residual para captar gases y lixiviados y resumen la problemática del sitio.

En el caso de los tiraderos en el municipio de *Nezahualcóyotl, ya ubicado en el Estado de México*, es difícil conseguir datos aprobados a causa de la situación política y de falta de transparencia en la administración de los tiraderos existentes y remediados (véase Cap. 9.3). Se puede apoyar con las declaraciones del proyecto de remediación que describe la construcción y realización de las obras de clausura, tal como lo dicta la NOM-083-SEMARNAT-2003. Estas descripciones se pueden interpolar con las condiciones y riesgos de los sitios analizados en el DF para deducir el factor de riesgo o el impacto negativo que representa un sitio que no se monitorea o que no reporta su monitoreo de forma pública o accesible. Con visitas *in situ* y la opinión de experto se complementan las descripciones e informaciones deficientes.

El Indicador 3 se compone de dos sub-indicadores o factores: El riesgo de contaminación del subsuelo y mantos acuíferos por lixiviados y sustancias peligrosas, y el riesgo para la salud pública y bienes reportado por gases y explosividad.

Para prevenir las emisiones de gases y explosiones se requiere la instalación de una red homogénea de tubos y pozos en todo el sitio de disposición final, con el fin de captar los gases provenientes de los desechos acumulados. La NOM-083 determina el estándar técnico del sistema de captación. Para evitar las emisiones de los gases a su entorno, se deben conducir los gases a un quemador donde se eliminan o se procesan para servir como biogás o como energía alterna. Si no existe esta red o no está bien instalada, existe el peligro de explosiones dentro de

⁵⁶ Para Azcapotzalco aplico la NOM-183-SEMARNAT/SS, límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

⁵⁷ Los 11 sitios son: las 4 etapas de Bordo Poniente, Santa Cruz Meyehualco, Prados de la Montaña, Alameda Poniente en Santa Fe, Parque Tlalpan, Santa Catarina y dos etapas en San Lorenzo Tezonco. Por falta de presupuesto no se realizaron varias pruebas técnicas en el Laboratorio Central de Biología Ambiental de la Dirección Técnica a partir de 2010.

⁵⁸ Se proporcionaron de la DGSU Fichas Técnicas sobre Prados del Montaña, Santa Cruz Meyehualco y Alameda Poniente, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección de Transferencia y Disposición Final, Subdirección de Reciclaje, Monitoreo Ambiental, 2013. Véase también Anexo: "Monitoreo de los 3 sitios de RSU."

las pilas, así como de incendios que pueden afectar a todo el entorno urbano, dañando desde la salud de la población, hasta los bienes comunes e individuales.⁵⁹

La captación y el tratamiento de lixiviados y sustancias peligrosas garantiza la protección del subsuelo y de los acuíferos. La protección del subsuelo y de los acuíferos ante los residuos depositados depende de la impermeabilidad del subsuelo y de las capas impermeables montadas al inicio de la construcción del relleno sanitario. Las capas impermeables pueden consistir en capas acrílicas de tepetate, de arena y de grava, o de una geomembrana de plástico o geotextil. La película de polietileno de alta densidad (HDPE) cumple con la función de sellar, como dicta la norma, forma una capa 100 % impermeable que debe ser instalada u mantenida sin fugas o agujeros.

Se evalúa con el indicador *Cumplimiento con la NOM-083* la instalación de una capa impermeable así como el sistema de captación para los lixiviados y su operación correcta como lo dicta la NOM-083, o en su caso, irregularidades en la captación de gases y en el escurrimiento y tratamiento de los lixiviados.

Dónde:

E_{neg1} = Riesgo de contaminación del subsuelo y mantos acuíferos reportado en base del cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003, en una escala entre 0 y 3,

E_{neg2} = Riesgo para la salud pública y bienes reportado con base en el cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003, en una escala entre 0 y 3, donde: 0 = no existe un riesgo, 1 = poco riesgo existente, 2 = hay riesgo, 3 = hay alto riesgo.

El Indicador 3: *Cumplimiento con la NOM-083* se compone de dos subindicadores (E_{neg1} , E_{neg2}) que comprenden dos posibles impactos negativos: a) Emisiones de gases y explosiones, b) Captación y tratamiento de lixiviados y sustancias peligrosas. Se reporta en un Valor de 0 hasta 3 el riesgo total al medioambiente, entorno urbano y a la salud pública por contaminación del subsuelo y mantos acuíferos, por gases y por explosiones.

11.3.3 Indicador 4: Aumento de Áreas Verdes

Los beneficios de las áreas verdes para las ciudades son múltiples: desde la recarga de mantos acuíferos, la conservación de la biodiversidad de fauna y de flora urbana, la captura de carbono, la síntesis de oxígeno y nitrógeno, la regulación del clima, hasta la belleza escénica, recreación, beneficios para la salud y beneficios sociales. Los impactos positivos a los que conlleva la presencia de áreas verdes para la salud, sus efectos psicológicos y espirituales, no son medibles con criterios comunes o reconocidos (Rivas, 2005).

El *valor de área verde por habitante* ya está establecido como indicador para la calidad de vida y la sustentabilidad de ciudades.⁶⁰ En el Indicador de Áreas Verdes se registra el aumento de área verde por habitante que se generó por medio de un proyecto de transformación de un sitio residual en un espacio verde (que puede ser de diferentes tipos).

⁵⁹ En último caso conocido de una explosión por los gases del tiradero Neza II ocurrió el octubre de 2010 en la colonia Benito Juárez de Nezahualcóyotl y daño a varias carreteras y 250 casas.

⁶⁰ La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las ciudades dispongan como mínimo entre 10 a 15 m² de área verde por habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de población.

En el capítulo 8.3. “Áreas verdes en la Ciudad de México” ya se trató el tema de diferentes definiciones y diferencias en la medición para áreas verdes. Como no es posible establecer un monitoreo propio de áreas verdes dentro de este estudio, se refiere a los datos existentes sobre AV del Inventario General de Áreas Verdes, Centro GEO 2003, así como a los datos sobre los parques y zonas verdes creados en los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano, el Plan de Desarrollo Municipal y el Plan Parcial de Desarrollo.

Con el Indicador 4 que reporta el aumento de áreas verdes en la delegación o zona, se toma referencia al beneficio directo para cada habitante, es decir el aumento de área verde por habitante en la delegación con la unidad $\frac{m^2}{hab}$ (metros cuadrados por habitante). También se reporta al aumento absoluto de las áreas verdes en la respectiva delegación o zona beneficiada por medio del proyecto de la revitalización con la unidad %.

Dónde: A_{t1} = Área Verde total en la delegación antes de la transformación del sitio residual / contaminado en un espacio verde (m^2)

A_{t2} = Área Verde total en la delegación después de la transformación del sitio residual / contaminado en un espacio verde (m^2)

h_{n1} = habitantes registrados en la delegación antes de la transformación (INEGI)

h_{n2} = habitantes registrados en la delegación después de la transformación (INEGI)

11.4 Índice Gestión y Valor de Suelo (Indicadores 5, 6, 7, 8)

En la tercera sección de Índices se trata el tema de la gestión del suelo, tanto del mismo terreno residual como de sus alrededores. Se supone que existe una interrelación entre el entorno urbano y el área verde, y que la revitalización del terreno baldío influya positivamente a su entorno urbano, lo que conlleva al mejoramiento de la infraestructura urbana, a la revalorización de los suelos y por ende a un aumento del valor económico de los terrenos vecinos. Por otro lado, ocurre que los terrenos residuales y baldíos pueden ser objeto de especulación y comercialización, como se describía al inicio de la tesis (Problemática, Cap. 2.1). Sobre la gestión y caracterización de suelos urbanos y áreas verdes se consigue más información en el capítulo 8 “Medioambiente y Gestión de Suelos en la Ciudad de México”.

Resulta interesante estudiar la idea de *Ciudad Jardín* de Ebenezer Howard, donde la propuesta más innovadora es prevenir la especulación inmobiliaria al determinar todos los suelos urbanos como propiedad común. En el concepto del *Derecho a la Ciudad*, el tema principal es la conservación y recuperación de espacios públicos; se critica de Henri Lefebvre la conversión de la ciudad en una mercancía, la privatización de espacios públicos y el trato mercantil con los suelos y su uso. Para una gestión sustentable de los suelos urbanos falta a la ZMVM la aplicación de normas ya existentes para proteger suelos de conservación, espacios públicos y áreas verdes; así como políticas que protejan los suelos no urbanizados, la propiedad común, así como obstaculizar la comercialización y especulación de suelos en general.

La sección se divide en dos categorías con cuatro indicadores: La primera categoría, **Cambio de usos de suelo**, reporta con el *Indicador 5: Cambio de uso de suelo* si hay cambios en el uso de suelo del terreno residual o en el perímetro del mismo. El Indicador 6: **Fenómenos de Gentrificación** se analiza, si había un cambio en los usos de suelos en el alrededor del proyecto de la revitalización que conlleva el desalojo de usos y usuarios residentes para ser sustituidos por nuevos usos y usuarios más sofisticados. Se realizan estudios de campo y encuestas con vecinos sobre el fenómeno de gentrificación.

La segunda categoría **Valor económico del suelo y Plusvalor** representa dos indicadores clásicos para valorizar suelos y su plusvalor por medio del valor económico. El Indicador 7: **Valor catastral** e Indicador 8: **Valor comercial** presentan datos e informaciones sobre el valor catastral y comercial que se pueden encontrar en Tesorería con la oficina de Catastro y en publicaciones de bienes y raíces. También existen informaciones y estudios sobre el plus valor a causa de la remediación de sitios residuales o contaminados⁶¹.

En ambos casos existe la probabilidad de que las muestras no sean suficientemente representativas, o que influyan otros factores al cambio de suelo y al plusvalor, como por ejemplo la construcción de una nueva vialidad que favorezca la conectividad vial de la zona.

11.4.1 Indicador 5: Cambios de uso de suelo del terreno residual y terrenos aledaños

Uno de los impactos de una revitalización es el cambio de uso de suelo del terreno residual y en el perímetro del mismo. Este análisis se apoya con los datos sobre *Zonificación primaria, secundaria y post-uso* (véase siguiente tabla), cuando se analiza si había cambios en la

⁶¹ Se ayuda con la tesina de la *Especialización en Valuación Inmobiliaria* del IPN: “Comportamiento en el mercado inmobiliario al cambiar el uso de suelo de tiradero a centro comercial en ciudad Nezahualcóyotl” para el plusvalor de suelos en Nezahualcóyotl, y con declaraciones del posible plusvalor del suelo de Prados del Montaña/ Santa Fe de la consultoría Desarrollo de Negocios FY & HP.

caracterización del terreno residual y eso a causa del proyecto de revitalización. Para los terrenos ubicados en el perímetro, se observan cambios en el uso de suelos, como en usos habitacionales, comerciales y una combinación entre ellos (de usos mixtos). El potencial de desarrollo que implica el terreno baldío para la comunidad es muy grande y a menudo también objeto de especulación. El cambio de uso puede tener su motivo en facilitar la explotación del terreno baldío para la construcción o por ende para la comercialización. Por ejemplo, tan sólo la construcción de estacionamientos sobre terrenos baldíos ya permite un ingreso interesante y de esta manera se pierde el potencial para un área verde.

Todo el Distrito Federal está dividido en uno de los dos **Tipos de suelo**: Suelo Urbano o Suelo de Conservación. La zonificación de los suelos está definida en el Artículo 29 del Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal (1982), se divide en una **Zonificación primaria y secundaria**. Para la zonificación secundaria, se debe elegir uno de los seis usos que especifica la siguiente tabla; los sitios residuales entran normalmente en la categoría IV o V.

Tabla 22: Zonificación primaria, secundaria y post-uso para sitios residuales

| Zonificación primaria | | Zonificación secundaria | Zonificaciones post-uso terreno residual |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Propiedad | Tipo de suelo (DF) | Reglamento del DF | Programas de Desarrollo Delegacional/Parciales de Desarrollo Urbano |
| Terreno estatal | Suelo urbano | I.- Habitacionales | Uso específico |
| Terreno federal | | II.- Servicios | Área Verde - AV |
| Terreno municipal | | III.- Industriales | Espacio Abierto - EA |
| Terreno delegacional | Suelo de Conservación | IV.- Áreas verdes y espacios abiertos | Equipamiento urbano - EU |
| Terreno ejidatario | | V.- Infraestructura | Equipamiento Infraestructura - EI |
| Terreno privado | | VI.- Agrícola, pecuario y foresta | |

Fuente: Elaboración propia

Zonificación y post-uso del terreno residual y terrenos aledaños

Los diferentes usos de los suelos están definidos en los respectivos Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU) o Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPUD). Las zonificaciones o nomenclaturas definen los diferentes usos de suelo urbano (véase también capítulo 8.2.2. “Uso de Suelos Urbanos”). Cada Programa Delegacional o Parcial, determina y define de forma individual los usos respectivos permitidos por zona, así como la nomenclatura.

Para detallar la caracterización de los sitios residuales, tanto en su uso como en la fase de su post-uso, se refiere a los PDDU, y para los sitios ubicados en zonas especiales como Santa Fe al PPDU. Sin haber detectado una preferencia, existen diferentes posibles zonificaciones para el uso y post-uso de un sitio de disposición final de RSU que puede ser, entre otros:

- Uso específico.
- Área Verde (AV).
- Espacio Abierto (EA).
- Equipamiento Urbano (EU).
- Equipamiento Infraestructura (EI).

Los tiraderos y rellenos sanitarios no poseen según la norma una categoría específica de uso de suelo. Se pueden ubicar en terrenos estatales, federales o municipales y se denominan en el uso de suelo desde “Uso específico”, “Equipamiento urbano” o “Infraestructura Urbana”, entre otros. Cuando se clausuran y sanean estos terrenos, su categoría de uso regularmente se cambia a “Área Verde” o “Espacio Abierto”.

Los sitios residuales o nuevas áreas verdes se ubican en medio de la urbe, así que en sus perímetros se ubica suelo urbano con diferentes usos. Para los terrenos cercanos de los sitios residuales se investiga si hay cambios, la información necesaria se consulta en los Planos de Divulgación de los PDDU y PPDU 1997-2008, y en caso de presentarse cambios, éstos se registran.

Con el *Indicador 5: Cambios de uso de suelo del terreno residual y terrenos cercanos* se reporta la frecuencia de cambios en la caracterización del uso en el terreno residual y en terrenos aledaños del mismo, en el tiempo de la clausura o post-clausura del sitio residual. Se reporta con el valor 0 hasta 3 si no hay cambios (0), pocos cambios (1), cambios (2) o muchos cambios (3) en los usos de suelos tanto del terrenos residual o revitalizado mismo como en los terrenos aledaños hacia la entrada del sitio revitalizado.

11.4.2 Indicador 6: Gentrificación

Otro cambio en el desarrollo urbano, también conocido como *fenómeno de gentrificación*⁶², es el cambio de usuarios y de uso en las edificaciones cercanas a un proyecto de desarrollo urbano que conlleva mejoramiento de la calidad urbana para la zona. Comercios y servicios básicos populares como misceláneas, talleres de automóviles, tortillerías o sastrerías, se sustituyen por ofertas más caras como restaurantes, cafés, boutiques y galerías. El cambio de uso, puede tener como consecuencia el aumento de las rentas, lo que permite la oferta de productos y servicios de mayores precios e ingresos más altos; o sea que, un aumento de las rentas puede desalojar las actividades tradicionales y populares, para que se establezcan ofertas de nivel más sofisticado; normalmente existen ambos fenómenos con influencia mutua.

Fenómenos de gentrificación:

- Subida de las rentas para habitaciones y/o para comercios y servicios.
- Desalojo de la población perteneciente, sustitución de la clase baja por nuevos usuarios, primero entran estudiantes y artistas, después sigue la clase media-alta y alta que reconocen el plus valor de la zona.
- Cambio de servicios y ofertas populares en ofertas superiores como restaurantes, boutiques etc.

El fenómeno de gentrificación tiene aspectos tanto positivos como negativos. Desde la perspectiva económica la generación de plusvalor —como resultado de la revalorización de un barrio— es un desarrollo positivo. Los habitantes también preconizan el mejoramiento barrial,

⁶² El fenómeno de gentrificación se puede observar en la Ciudad de México en el Centro Histórico donde una política pública de remodelación con incentivos para inversionistas da pie a la llegada de sectores de población de clase media y provoca la salida de sectores de población pertenecientes a las clases bajas.

expresado por la imagen de un barrio limpio, seguro y acomodado. Esta percepción a menudo favorece políticas urbanísticas y estrategias rigurosas que “eliminan” sitios sucios e inseguros (como terrenos baldíos), la pobreza (la presencia de menesterosos y basura en espacio públicos) y la informalidad (negocios y oficios informales). En lo referente a la informalidad, la revalorización de un barrio se considera de repente un factor negativo, pues afecta la situación económica y la calidad de vida de los pobladores originales, debido a la desaparición de ofertas de bajo precio y la subida de las rentas. La gentrificación es un proceso paulatino que se debe observar y analizar durante un periodo de tiempo largo (5 a 10 años), para poder juzgar si la revalorización convierte los efectos positivos iniciales en efectos negativos para la población en el largo plazo. Los efectos negativos a largo plazo de la revalorización del barrio, pueden ser la migración y desalojo de los residentes, así como una especulación inmobiliaria que ya no signifique beneficios para la población sino para los inversionistas, algunos urbanistas y políticos.

Para conseguir información sobre posibles fenómenos de gentrificación en las zonas de proyectos de revitalización se apoya en observaciones *in situ*, encuestas a los vecinos y lugares de servicios y comercios en los alrededores de las entradas de la nueva área verde o revitalizada.

El indicador Gentrificación se reporta en una escala de 0 a 3, sin juzgar si el fenómeno presenta cambios positivos o negativos. Si no se observa el fenómeno de gentrificación se dedica un 0, el número 1 refiere que existe el fenómeno en sus inicios, 2 reporta una gentrificación evidente y 3 una alta gentrificación en la zona en alrededor del proyecto de revitalización.

11.4.3 Indicadores 7 y 8: Plusvalor catastral y Plusvalor comercial

La categoría *Valor económico del suelo y Plusvalor* trata indicadores clásicos del mercado inmobiliario para evaluar los suelos y su plusvalor en términos económicos. Las informaciones y datos respectivos se consiguieron tanto en el Catastro como en publicaciones de inmobiliarias y particulares.

Con la finalidad de reconocer el impacto económico de la revitalización del terreno residual, se buscan los valores del m² de suelo con uso habitacional y con uso no habitacional para ambos indicadores. En los dos casos, se eligen predios ubicados en el perímetro del área revitalizada y de predios análogos ubicados en colonias no perimetrales al terreno revitalizado, pero pertenecientes a la misma delegación.

Una vez recopilados los datos, se obtienen los plusvalores catastrales y comerciales, habitacionales y no habitacionales, tanto en el perímetro de la zona de estudio, como del resto de la delegación. Al plusvalor general de la delegación, se resta el plusvalor obtenido en la zona de estudio y la diferencia es el plusvalor real que otorgó a la zona vecina la revitalización del terreno residual.

11.4.3.1 Plusvalor Catastral

El *Indicador 7: Plusvalor catastral* es el resultado de un ejercicio que compara los valores catastrales del suelo de los predios en los alrededores del proyecto de revitalización antes y después de la revitalización, contra los de terrenos que estén en la misma delegación, pero fuera de las colonias perimetrales al terreno intervenido.

El valor catastral del suelo se reporta en Pesos mexicanos por metro cuadrado ($\$/m^2$) y se asigna a los bienes inmuebles tras una valoración realizada por el Registro Público de la Propiedad. Para determinarlo, se toman en cuenta las condiciones físicas (ubicación, características) y de mercado. Es importante mencionar que el valor catastral se utiliza principalmente con fines fiscales (recaudación de impuesto predial), legales (escrituración de propiedades) y para otros fenómenos urbanos (expropiaciones); por lo que podemos entenderlo como un valor administrativo, distinto del valor comercial y del valor de mercado.

$$\text{Valor Catastral} = \text{Valor del suelo} + \text{Valor de la construcción}$$

Según la Secretaría de Finanzas del Distrito Federal, el valor catastral de un bien inmueble se compone de la suma de: el valor del suelo y valor de la construcción. En este caso, sólo son de nuestro interés los valores de suelo. El valor del suelo es la componente del valor catastral que se refiere al terreno sobre el que se desplanta el bien inmueble, de acuerdo con la ubicación del terreno y el área del mismo. Para la obtención de este valor, los suelos se dividen en tres tipos: áreas, enclaves y corredores de valor⁶³.

11.4.3.2 Plusvalor Comercial

El *Indicador 8: Plusvalor comercial* es el resultado de un ejercicio que compara los valores comerciales del suelo de los predios en los alrededores del proyecto de revitalización antes y después de la revitalización, con los de terrenos que estén en la misma delegación, pero fuera de las colonias perimetrales al terreno intervenido.

El valor inmobiliario o comercial es el resultado de un procedimiento conocido como *avalúo comercial*, que considera las características físicas y urbanas del inmueble: ubicación, precios y la posible capitalización por renta; éste tiene una vigencia de 6 meses. Este valor sólo puede ser determinado por un profesional acreditado legalmente para realizar avalúos. En términos simples, es el resultado una comparativa entre posibles precios, según las características del inmueble y las condiciones del mercado inmobiliario. Es un precio sugerido que se toma en cuenta para las transacciones de compra-venta, pero no es definitivo. El valor comercial del suelo se reportará para este ejercicio en $\$/m^2$.

⁶³ **Área de valor**, grupo de manzanas con características similares en infraestructura, equipamiento urbano, tipo de inmuebles y dinámica inmobiliaria. **Enclave de valor**, porción de manzanas o conjunto de lotes de edificaciones de uso habitacional, que cualitativamente se diferencian plenamente del resto de los lotes o manzanas del área en que se ubica.

Corredor de valor, son los colindantes con una vialidad pública que por su mayor actividad económica repercute en un mayor valor comercial del suelo, independientemente de su acceso o entrada principal.

11.4.3.3 Métodos de obtención del plusvalor

A continuación se describe cómo obtener el plusvalor para los indicadores 7 y 8, este procedimiento se realiza para cada zona de estudio, se consideran tanto los valores de la zona perimetral, como los valores de la delegación. Al final se resta el plusvalor de la primera zona al de la segunda, la diferencia entre ambos es el Plusvalor Real para cada caso (habitacional y no habitacional, tanto catastrales, como comerciales). En cada paso y para cada zona se llevan los datos a la tabla de Plusvalor Catastral, Plusvalor Comercial y Plusvalor Catastral Real y Plusvalor Comercial Real.

El procedimiento para el cálculo del plusvalor es el siguiente:

Paso 1) Se calcula el valor medio para cada tipo de valor: valores catastrales (habitacionales y no habitacionales) iniciales y finales, valores comerciales (habitacionales y no habitacionales) iniciales y finales; perimetrales y delegacionales. Se calcula el valor medio de todos los predios con la siguiente fórmula, sustituyendo \bar{x}_{yz} por: $\bar{x}_{ia}, \dots, \bar{x}_{fd}$, según sea el caso.

Donde:

\bar{x}_{yz} Valor medio (para $\bar{x}_{ia}, \dots, \bar{x}_{fd}$)
 l precio (o importe) del metro cuadrado (1, 2... N)
 N número de predios contemplados

En este paso se obtendrán los siguientes valores:

Valores perimetrales al predio revitalizado

\bar{x}_{ia} Valor Medio catastral habitacional inicial
 \bar{x}_{ib} Valor Medio catastral no habitacional inicial
 \bar{x}_{fa} Valor Medio catastral habitacional final
 \bar{x}_{fb} Valor Medio catastral no habitacional final
 \bar{x}_{ic} Valor Medio comercial habitacional inicial
 \bar{x}_{id} Valor Medio comercial no habitacional inicial
 \bar{x}_{fc} Valor Medio comercial habitacional final
 \bar{x}_{fd} Valor Medio comercial no habitacional final

Valores de la delegación

\bar{x}_{iq} Valor Medio catastral habitacional inicial
 \bar{x}_{ir} Valor Medio catastral no habitacional inicial
 \bar{x}_{fq} Valor Medio catastral habitacional final
 \bar{x}_{fr} Valor Medio catastral no habitacional final
 \bar{x}_{is} Valor Medio comercial habitacional inicial
 \bar{x}_{it} Valor Medio comercial no habitacional inicial
 \bar{x}_{fs} Valor Medio comercial habitacional final
 \bar{x}_{ft} Valor Medio comercial no habitacional final

Paso 2) Se calcula el *Plusvalor* de cada grupo: catastral habitacional y no habitacional; y comercial habitacional y no habitacional, por separado. Para esto es necesario dividir los valores medios de la columna “Final”, con los valores medios de la columna “Inicial”, y multiplicar el cociente por 100:

Valores perimetrales al predio revitalizado

Donde:

P_z Plusvalor (para a, b, c, d)
 \bar{x}_{iz} Valor Medio inicial (para a, b, c, d)
 \bar{x}_{fz} Valor Medio final (para a, b, c, d)

Tabla 23: Plusvalor perimetral al terreno revitalizado

| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor* |
|-----------|---------------------|----------------|----------------|---|
| Catastral | (a) Habitacional | \bar{x}_{ia} | \bar{x}_{fa} | $P_a = \frac{\bar{x}_{fa}}{\bar{x}_{ia}} \cdot 100$ |
| | (b) No-habitacional | \bar{x}_{ib} | \bar{x}_{fb} | $P_b = \frac{\bar{x}_{fb}}{\bar{x}_{ib}} \cdot 100$ |
| Comercial | (c) Habitacional | \bar{x}_{ic} | \bar{x}_{fc} | $P_c = \frac{\bar{x}_{fc}}{\bar{x}_{ic}} \cdot 100$ |
| | (d) No-habitacional | \bar{x}_{id} | \bar{x}_{fd} | $P_d = \frac{\bar{x}_{fd}}{\bar{x}_{id}} \cdot 100$ |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Plusvalor en la delegación

| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor* |
|-----------|---------------------|----------------|----------------|---|
| Catastral | (q) Habitacional | \bar{x}_{iq} | \bar{x}_{fq} | $P_q = \frac{\bar{x}_{fq}}{\bar{x}_{iq}} \cdot 100$ |
| | (r) No-habitacional | \bar{x}_{ir} | \bar{x}_{fr} | $P_r = \frac{\bar{x}_{fr}}{\bar{x}_{ir}} \cdot 100$ |
| Comercial | (s) Habitacional | \bar{x}_{is} | \bar{x}_{fs} | $P_s = \frac{\bar{x}_{fs}}{\bar{x}_{is}} \cdot 100$ |
| | (t) No-habitacional | \bar{x}_{it} | \bar{x}_{ft} | $P_t = \frac{\bar{x}_{ft}}{\bar{x}_{it}} \cdot 100$ |

Fuente: Elaboración propia

Paso 3) Se calcula el *Plusvalor Real* restando los plusvalores del área perimetral a los de la delegación, la diferencia es el Plusvalor Real de cada tipo de suelo.

Paso 4) Se calculan los valores finales para Plusvalor catastral real y el Plusvalor comercial real promediando los plusvalores reales habitacionales y no habitacionales.

Tabla 25 : Cálculo del Plusvalor Real

| | Inmueble | Delegación | Perímetro | Plusvalor Real* |
|-----------|----------------------|--|-----------|-----------------------|
| Catastral | (I) Habitacional | P_q | P_q | $P_I = P_q - P_a$ |
| | (II) No-habitacional | P_r | P_r | $P_{II} = P_r - P_b$ |
| | Total | $P_{catastralreal} = \frac{P_I + P_{II}}{2}$ | | |
| Comercial | (III) Habitacional | P_s | P_s | $P_{III} = P_s - P_c$ |
| | (IV) No-habitacional | P_t | P_t | $P_{IV} = P_t - P_d$ |
| | Total | $P_{comercialreal} = \frac{P_{III} + P_{IV}}{2}$ | | |

Fuente: Elaboración propia

11.5 Índice ambiental-urbano (Indicadores 9, 10, 11)

Mientras los indicadores ya presentados se pueden medir a través de valores establecidos, los indicadores ambiental-urbanos pertenecen a los indicadores semicuantitativos que pretenden ser no tan fácilmente medibles. Con términos como “Calidad de Vida” y “Calidad Urbana” se ofrecen evaluaciones en nuevas escalas, definen indicadores que refieren al bienestar del ser humano en su entorno. El índice ambiental-urbano aspira medir la calidad de espacios abiertos públicos creados y sus beneficios a la población.

Las revitalizaciones de sitios residuales están creando nuevos espacios cuales generalmente se dividen en espacios construidos y espacios abiertos. El Índice ambiental-urbano no evalúa espacios privados o construcciones sino espacios abiertos y públicos que traen beneficios para el entorno urbano y la población. Se puede tratar de parques, campos deportivos, áreas verdes, la restauración de un área natural protegida o de un ecosistema.

No todos los sitios residuales que fueron remediados son de acceso público. Algunos sitios revitalizados que cuentan como áreas verdes no son accesibles al público, otros tienen un acceso restringido. Cuando no hay acceso a las áreas verdes, no se puede aplicar el Índice ambiental-urbano porque no se evalúa el beneficio ecológico sino el beneficio directo para la población. En algunos casos como el ex vaso de Lago de Texcoco bajo la administración de la CONAGUA no se abre el terreno al público porque se teme la destrucción del área ecológica sensible por la intervención de los seres humanos, así que este espacio puede ser evaluado solamente en términos ecológicos con el Indicador ecológico mientras el Indicador ambiental-urbano no aplica.

11.5.1 Metodología de la evaluación

La evaluación de los espacios se basa en encuestas con visitantes y usuarios de los diferentes espacios abiertos, pues son los mejores conocedores y, por ende, evaluadores del lugar. Se realizan en los sitios donde hay acceso y público, con el fin de obtener la opinión o percepción de los usuarios de estos nuevos espacios. Las encuestas se dirigen a diferentes sexos, generaciones, grupos y niveles socioeconómicos.

En dicho cuestionario se abordaron diferentes temas que se dividen en tres grandes categorías que representan a la vez un indicador.

- Indicador 9: Accesibilidad (acceso, exterior e interior, frecuencia de visita, costos)
- Indicador 10: Funcionalidad (estado de uso, seguridad, alumbrado, señalamiento)
- Indicador 11: Equipamiento (calidad y cantidad de servicios y espacios)

Al final de la encuesta se prevé un espacio para preguntas o comentarios libres y las encuestadoras tratan de entrar en una plática informal con los entrevistados sobre el parque en su contexto. En México, opiniones detalladas y críticas se consiguen a menudo más fácilmente cuando uno sale del formato y se abre un espacio libre e informal para hablar. En los comentarios se nota con más precisión, si los usuarios están realmente contentos o si tienen una crítica o mala experiencia en respecto a la oferta, las instalaciones y el uso del parque. En varios casos la encuesta fue contestada por un grupo de personas que visitaban y estaban juntas en el parque, así que se generó también una discusión entre ellas. La encuesta con la conversación incluida, toma un tiempo promedio de 20 a 30 minutos. Al final de los resúmenes y de las encuestas de cada parque se agrega en el resumen la opinión de experta para agregar algunos aspectos que no se mencionaron por parte de los usuarios.

11.5.2 Categorías de las encuestas

Para la encuesta estandarizada se elaboraron ocho subcapítulos con un total 50 preguntas tipo opción múltiple que ofrecen respuestas en cuatro categorías para calificar la situación, calidad u oferta. Las categorías ofrecidas como respuesta coinciden en grandes partes con la valorización correspondientes a los Factores 0 a 3, en este caso con las calificaciones: bueno, regular, malo, no existente. Se adelanta el resultado, que las respuestas para la categoría “cantidad” y “calidad” que fueron desarrollados en el *Indicador 11: Equipamiento* y que se refieren a espacios y servicios (arbolado y vegetación, plazuelas, bancas, áreas deportivas, áreas verdes, zonas de alimentos) se entrecruzaron. En la siguiente tabla se presentan los temas que fueron tratados en los tres Indicadores. El formato de la encuesta se encuentra en el Anexo, capítulo 18.

Tabla 26: Categorías y temas para índice ambiental-urbano

| Indicador 9: Accesibilidad | Indicador 10: Funcionalidad | Indicador 11: Equipamiento |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Entrada libre – restringida – no entrada • Horarios de entrada • Fácil acceso / número de entradas • Conectividad con la zona • Acceso al parque con transporte publico • Acceso peatonal • Acceso al parque con transporte individual motorizado y posibilidad de estacionamiento • Accesibilidad para menos capacitados | <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en el terreno • Deterioro en los alrededores • Seguridad en el terreno • Seguridad en las zonas de las entradas • Alumbrado / iluminación público en el terreno • Alumbrado / iluminación público en las zonas de las entradas • Existencia de caminos y senderos en el terreno • Señalamiento y orientación en el terreno | <ul style="list-style-type: none"> • Arborización y sombreado • Bancos, plazas sentadas • Pasto para pisar y jugar • Baños públicos • Ofertas para niños • Ofertas de deporte • Oferta de eventos • Ofertas culturales • Agua (lagos, fuentes playa pública, juegos con agua) • Ofertas de alimentación y comida • Otras ofertas |

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar los Indicadores 9, 10 y 11 se resumen las encuestas a usuarios que se realizaron en los sitios revitalizados. Se evalúan en diferentes preguntas sobre tres categorías: Accesibilidad, Funcionalidad, Equipamiento que coincide con una valorización en una escala de valor 0 a 3.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

12 Análisis y evaluación

12.1 Vista general de los 4 índices y 11 indicadores

Los *Índices para la revitalización de sitios de disposición final de RSU* presentados en el capítulo anterior se componen de cuatro índices, cada uno refiere aspectos diferentes que se aplican también en diferentes estados, desde la fase de operación hasta después de la revitalización de un sitio residual. Enseguida se aplican los cuatro índices con sus 11 respectivos indicadores a diferentes sitios residuales y revitalizados. Se incluye en la comparación también el ejemplo de buena práctica de un sitio del anterior uso industrial, el Parque Bicentenario en Azcapotzalco.

Se analizan siguientes 6 sitios:

- Prados de la Montaña / Santa Fe (disposición final de RSU en Santa Fe)
- Alameda Poniente / Santa Fe (ex tiradero en Santa Fe)
- Campos deportivos de Ciudad Jardín, en Nezahualcóyotl (ex tiradero Neza I)
- Parque Cuitláhuac / Iztapalapa (ex tiradero Santa Cruz Meyehualco)
- Bordo Poniente (disposición final clausurada en 2012 del DF)
- Parque Bicentenario Azcapotzalco (ex refinería de Pemex)

Tabla 27: Vista General sobre los 4 Índices con 11 Indicadores

| | | | |
|---|----|---|-----------------------|
| I. Índice energético-económico | 1 | Beneficio económico de los gases de los residuos | Ganancia en \$/t |
| II. Índice ecológico | 2 | Emisiones totales de GEI | tCO _{2equ} |
| | 3 | Cumplimiento con la NOM- 083-Semarnat - 2003 | Factor 0 a 3* |
| | 4 | Aumento de AV en la delegación | m ² /hab |
| III. Índice gestión y valor de suelo | 5 | Cambio uso de suelo terreno residual y terrenos vecinos | Factor 0 a 3** |
| | 6 | Gentrificación | Factor 0 a 3*** |
| | 7 | Valor catastral | Aumento del plusvalor |
| | 8 | Valor comercial | |
| IV. Índice ambiental-urbano | 9 | Accesibilidad | Factor 0 a 3**** |
| | 10 | Funcionalidad | |
| | 11 | Equipamiento | |

* 0 = no existe un riesgo, 1 = poco riesgo existente, 2 = hay riesgo, 3 = hay alto riesgo.

** 0= ningún cambio, 1= poco cambio, 2= cambio, 3= mucho cambio

*** 0= no existencia del fenómeno de gentrificación, 1= poca gentrificación, 2= gentrificación, 3= mucha gentrificación

**** 0= no existente, 1= malo / ineficiente, 2= regular, 3= bueno

Fuente: Elaboración propia

12.2 Comparación con el Indicador energético-económico (Indicador 1)

Para el aprovechamiento energético -económico se requieren disposiciones finales que cumplen en su clausura con la norma, y que no tienen más que 15 años de edad después de su clausura para poder aprovechar todavía los biogases. De esta forma se excluyen los viejos tiraderos de Santa Cruz Meyehualco en Iztapalapa, la Alameda Poniente y el ex tiradero Neza I. Sin embargo, estos sitios necesitan captar sus gases, pero no rinden para un proyecto viable que transforme los gases en energía alterna. Se ofrece la comparación de los sitios Prados de la Montaña, clausurado en 1994, y Etapa IV de Bordo Poniente, clausurado en diciembre de 2012. Para la Etapa IV de Bordo Poniente el GDF encargó estudios de medición de gases que permiten determinar la cantidad y la potencia de biogás y la rentabilidad de producir energía alterna.

12.2.1 Bordo Poniente

Los datos de composición promedio los determinó en 2008 el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) para el biogás de la Etapa IV de Bordo Poniente. La cantidad de CO₂ equivalente susceptible de recuperarse y aprovecharse depende directamente de la fracción del biogás que corresponde al metano.

Tabla 28: Composición de biogás en Bordo Poniente

| Componente | CH ₄ | CO ₂ | O ₂ | Otros gases |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------|
| Valor promedio | 58.3% | 36.9% | 1.2% | 3.6% |

Fuente: IIE, 2008

Nota: En los cálculos efectuados con el modelo se supusieron condiciones más conservadoras (50% de CH₄).

12.2.1.1 Generación biogás en Bordo Poniente

La cantidad de CO₂ equivalente disminuirá gradualmente en el período 2015 – 2036.

Tabla 29: Cantidad de biogás y CO₂eq, Bordo Poniente

| Año | | Biogás recuperado (m ³ /h) | m ³ /año | Metano (t/año) | CO ₂ eq (t/año) |
|-----|------|---------------------------------------|---------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 2012 | - | - | - | - |
| 2 | 2013 | - | - | - | - |
| 3 | 2014 | - | - | - | - |
| 4 | 2015 | 26,476.21 | 231'931,619.02 | 83,495.38 | 1'753,403.04 |
| 5 | 2016 | 24,221.15 | 212'177,313.22 | 76,383.83 | 1'604,060.49 |
| 6 | 2017 | 22,226.66 | 194'705,530.31 | 70,093.99 | 1'471,973.81 |
| 7 | 2018 | 20,458.09 | 179'212,858.22 | 64,516.63 | 1'354,849.21 |
| 8 | 2019 | 18,885.69 | 165'438,648.78 | 59,557.91 | 1'250,716.18 |
| 9 | 2020 | 17,483.89 | 153'158,835.08 | 55,137.18 | 1'157,880.79 |
| 10 | 2021 | 16,230.67 | 142'180,653.29 | 51,185.04 | 1'074,885.74 |
| 11 | 2022 | 15,107.09 | 132'338,135.67 | 47,641.73 | 1'000,476.31 |
| 12 | 2023 | 14,096.83 | 123'488,261.64 | 44,455.77 | 933,571.26 |
| 13 | 2024 | 13,185.81 | 115'507,670.02 | 41,582.76 | 873,237.99 |
| 14 | 2025 | 12,361.86 | 108'289,850.12 | 38,984.35 | 818,671.27 |
| 15 | 2026 | 11,614.47 | 101'742,741.35 | 36,627.39 | 769,175.12 |
| 16 | 2027 | 10,934.55 | 95'786,681.52 | 34,483.21 | 724,147.31 |
| 17 | 2028 | 10,314.23 | 90'352,652.56 | 32,526.95 | 683,066.05 |
| 18 | 2029 | 9,746.66 | 85'380,780.25 | 30,737.08 | 645,478.70 |
| 19 | 2030 | 9,225.92 | 80'819,050.69 | 29,094.86 | 610,992.02 |
| 20 | 2031 | 8,746.83 | 76'622,211.90 | 27,584.00 | 579,263.92 |
| 21 | 2032 | 8,304.89 | 72'750,833.41 | 26,190.30 | 549,996.30 |
| 22 | 2033 | 7,896.18 | 69'170,500.89 | 24,901.38 | 522,928.99 |
| 23 | 2034 | 7,517.25 | 65'851,126.06 | 23,706.41 | 497,834.51 |
| 24 | 2035 | 7,165.11 | 62'766,355.14 | 22,595.89 | 474,513.64 |
| 25 | 2036 | 6,837.11 | 59'893,061.51 | 21,561.50 | 452,791.55 |
| | | | | | 19'803,000,000 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los 25 años de concesión incluyen el período 2012 a 2014 necesario para la construcción y pruebas de la infraestructura, lapso en el que se asume que no habrá generación eléctrica o comercialización de CERs. La operación efectiva ocurriría por lo tanto en un plazo de 22 años (2015 a 2036).

| |
|---|
| SUMA: 19.803 Mt CO₂eq (≈20 Mt CO₂eq) |
|---|

Los resultados del modelo⁶⁴ para generación de biogás, recuperación de metano y generación eléctrica para la Etapa IV de Bordo Poniente se expresan en la siguiente tabla:

⁶⁴Se aplica el Modelo Mexicano de Biogás v2.0

Tabla 30: Biogás y potencial de generación eléctrica, Bordo Poniente

| Año | Generación estimada de biogás | | Eficiencia estimada del sistema | Recuperación estimada de biogás | | Capacidad de la Planta de generación eléctrica (MW) | |
|-----|-------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---|------------------------|
| | m ³ / hora | Millones BTU / hora | | m ³ / hora | Millones BTU / hora | Máxima | de diseño (escalonada) |
| 1 | 2012 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 2013 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 2014 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 2015 | 43,404 | 775.6 | 61% | 26,476 | 473.1 | 43.8 |
| 5 | 2016 | 39,707 | 709.5 | 61% | 24,221 | 432.8 | 40.1 |
| 6 | 2017 | 36,437 | 651.1 | 61% | 22,227 | 397.2 | 36.8 |
| 7 | 2018 | 33,538 | 599.3 | 61% | 20,458 | 365.6 | 33.8 |
| 8 | 2019 | 30,960 | 553.2 | 61% | 18,886 | 337.5 | 31.2 |
| 9 | 2020 | 28,662 | 512.2 | 61% | 17,484 | 312.4 | 28.9 |
| 10 | 2021 | 26,608 | 475.5 | 61% | 16,231 | 290.0 | 26.9 |
| 11 | 2022 | 24,766 | 442.5 | 61% | 15,107 | 270.0 | 25 |
| 12 | 2023 | 23,110 | 413 | 61% | 14,097 | 251.9 | 23.3 |
| 13 | 2024 | 21,616 | 386.3 | 61% | 13,186 | 235.6 | 21.8 |
| 14 | 2025 | 20,265 | 362.1 | 61% | 12,362 | 220.9 | 20.5 |
| 15 | 2026 | 19,040 | 340.2 | 61% | 11,614 | 207.5 | 19.2 |
| 16 | 2027 | 17,925 | 320.3 | 61% | 10,935 | 195.4 | 18.1 |
| 17 | 2028 | 16,909 | 302.1 | 61% | 10,314 | 184.3 | 17.1 |
| 18 | 2029 | 15,978 | 285.5 | 61% | 9,747 | 174.2 | 16.1 |
| 19 | 2030 | 15,124 | 270.3 | 61% | 9,226 | 164.9 | 15.3 |
| 20 | 2031 | 14,339 | 256.2 | 61% | 8,747 | 156.3 | 14.5 |
| 21 | 2032 | 13,615 | 243.3 | 61% | 8,305 | 148.4 | 13.7 |
| 22 | 2033 | 12,945 | 231.3 | 61% | 7,896 | 141.1 | 13.1 |
| 23 | 2034 | 12,323 | 220.2 | 61% | 7,517 | 134.3 | 12.4 |
| 24 | 2035 | 11,746 | 209.9 | 61% | 7,165 | 128.0 | 11.9 |
| 25 | 2036 | 11,208 | 200.3 | 61% | 6,837 | 122.2 | 11.3 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los 25 años de concesión incluyen el período 2012 a 2015 necesario para la construcción y pruebas de la infraestructura, lapso en el que no habrá generación comercializable de electricidad. Para poder estimar la rentabilidad de la planta eléctrica se está calculando la cantidad de biogás en metros cúbicos por hora y la unidad de BTU por hora.

BTU⁶⁵ es la abreviación para *British Thermal Unit*, se usa como una unidad estándar en el campo energético. Se reportan la cantidad estimada de generación y de la recuperación, se disminuye por el factor de la eficiencia del sistema que se reporta en un 61% para toda la vida útil. La cantidad de recuperación determina la posible capacidad de generación eléctrica, que se calcula para los 21 años⁶⁶ de operación efectiva estimada de la planta (en megawatts).

⁶⁵ Un pie cúbico de gas natural despiden en promedio 1.000 BTU, aunque el intervalo de valores se sitúa entre 500 y 1.500 BTU (Schulze, 2009).

⁶⁶ En total son 25 años de concesión, de los que en 3 primeros años no habría generación eléctrica.

La potencia de la planta eléctrica se disminuye escalonadamente de 35.9 MW a 10.6 MW entre 2015 y 2036.

12.2.1.2 Venta de electricidad

Dada la incertidumbre de que se ratifique el Protocolo de Kioto después de 2012, se ha experimentado una de las mayores volatilidades en el precio de los CER. Durante el período 2008-2011 los precios han oscilado de 7 a 20 Euros, actualmente cercano a al rango de 12 a 14 Euros. El estudio calcula con 12 Euros por tonelada reducida de CO₂ equivalente.

Tabla 31: Venta de Electricidad y Ahorros, Bordo Poniente

| Año | Capacidad de la Planta de generación eléctrica (MW) | | Venta de energía | | Ahorro | |
|-----|---|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------|
| | Máxima | de diseño | Tarifa \$1.96*/ KWh (A) | Tarifa \$2.25*/ KWh (B) | B - A | |
| 1 | 2012 | - | - | - | - | |
| 2 | 2013 | - | - | - | - | |
| 3 | 2014 | - | - | - | - | |
| 4 | 2015 | 43.8 | 35.6 | 611,237,760 | 701,676,000 | 90,438,240 |
| 5 | 2016 | 40.1 | 35.6 | 611,237,760 | 701,676,000 | 90,438,240 |
| 6 | 2017 | 36.8 | 35.6 | 611,237,760 | 701,676,000 | 90,438,240 |
| 7 | 2018 | 33.8 | 35.6 | 611,237,760 | 701,676,000 | 90,438,240 |
| 8 | 2019 | 31.2 | 35.6 | 611,237,760 | 701,676,000 | 90,438,240 |
| 9 | 2020 | 28.9 | 24.2 | 415,504,320 | 476,982,000 | 61,477,680 |
| 10 | 2021 | 26.9 | 24.2 | 415,504,320 | 476,982,000 | 61,477,680 |
| 11 | 2022 | 25 | 24.2 | 415,504,320 | 476,982,000 | 61,477,680 |
| 12 | 2023 | 23.3 | 24.2 | 415,504,320 | 476,982,000 | 61,477,680 |
| 13 | 2024 | 21.8 | 24.2 | 415,504,320 | 476,982,000 | 61,477,680 |
| 14 | 2025 | 20.5 | 17.5 | 300,468,000 | 344,925,000 | 44,457,000 |
| 15 | 2026 | 19.2 | 17.5 | 300,468,000 | 344,925,000 | 44,457,000 |
| 16 | 2027 | 18.1 | 17.5 | 300,468,000 | 344,925,000 | 44,457,000 |
| 17 | 2028 | 17.1 | 17.5 | 300,468,000 | 344,925,000 | 44,457,000 |
| 18 | 2029 | 16.1 | 17.5 | 300,468,000 | 344,925,000 | 44,457,000 |
| 19 | 2030 | 15.3 | 13.1 | 224,921,760 | 258,201,000 | 33,279,240 |
| 20 | 2031 | 14.5 | 13.1 | 224,921,760 | 258,201,000 | 33,279,240 |
| 21 | 2032 | 13.7 | 13.1 | 224,921,760 | 258,201,000 | 33,279,240 |
| 22 | 2033 | 13.1 | 13.1 | 224,921,760 | 258,201,000 | 33,279,240 |
| 23 | 2034 | 12.4 | 13.1 | 224,921,760 | 258,201,000 | 33,279,240 |
| 24 | 2035 | 11.9 | 10.6 | 181,997,760 | 208,926,000 | 26,928,240 |
| 25 | 2036 | 11.3 | 10.6 | 181,997,760 | 208,926,000 | 26,928,240 |
| | | | 7,513'416,960 | 8,625'096,000 | 1,111'679,040 | |

Fuente: Elaboración propia

(*): Valores tomados del "Análisis costo-beneficio. Clausura y aprovechamiento del biogás del Relleno Sanitario Bordo Poniente IV Etapa" / Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de México, 2012. Preparado para: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.

El ahorro en el consumo eléctrico se calcula mediante la diferencia entre la tarifa de suministro de la CFE para el uso que se considera (\$2.25 M.N. por KWh) y la tarifa de suministro que se estima para el proyecto (\$1.96 M.N. por KWh), multiplicada por el consumo acumulativo anual a lo largo de la vida útil de la planta eléctrica, suponiendo que se consumirá 100% de la capacidad de generación.

Tabla 32: Ingresos por MDL y ahorros en facturación eléctrica, Bordo Poniente

| | |
|--|---|
| Superficie (hectáreas) RSU acumulados (millones de toneladas) | 345 ha ≈60 Mt |
| Reducción anual de GEI | Desde 1.75 Mt de CO ₂ eq (2015) hasta 0.55 Mt de CO ₂ eq (2036) Total: ≈20 Mt en 25 años de la concesión <i>De suponerse un valor de 12 Euros por tonelada a las casi 20 millones de toneladas de CO₂ eq susceptibles de reducirse, se podrían tener ingresos por un valor de 240 millones de Euros o 4,152 Mdp..</i> |
| Ingresos esperados por participación en MDL (CERs) | ≈\$4,152 Mdp. (≈240 MdE*) Nota: promedio en 25 años→ 168 Mdp. por año, (\$460,273 M.N. por día) |
| Ahorro en la facturación eléctrica con la CFE | Ahorro total por 1'111.7 Mdp. (25 años) Nota: El consumo depende de las horas de uso y de la variación de la demanda. |

*1 Euro = \$17.30 M.N.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Costos aproximados para la instalación de la infraestructura, Bordo Poniente

| Fases de los trabajos | | Costos |
|------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | Clausura (cubierta final, drenaje pluvial, manejo de lixiviado, construcción complementaria) | (722 Mdp.) |
| 2 | Captación de biogás (excavación, tubería, conexiones, válvulas, relleno) | (150 Mdp.) |
| 3 | Instalaciones de aprovechamiento energético (estudios, permisos, equipos, instalaciones, conexión a CFE) | 1,109 Mdp. |
| 4 | 108 Mdp. al año, durante 22 años de operación | 2,376 Mdp. |
| 5 | Registro como MDL | 1.38 Mdp. |
| SUMA* | | ≈3,486.38 Mdp. Fase 3 a 5 |

* La suma no incluye las fases 1 y 2; en caso de incluirse todas las fases los costos ascienden a ≈4,358.4 Mdp.

Fuente: Elaboración propia

Existen dos formas de cálculo de los costos: incluir o excluir los costos para las Fases 1 y Fase 2. Como se menciona en el Capítulo 6, se pueden considerar las primeras dos fases de la clausura e instalación de una red de captación como etapas obligatorias que debe cumplir un relleno sanitario en su operación y clausura según la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Así que estos costos no se deben considerar dentro de los costos totales para el aprovechamiento energético sino como costos que debe asumir el operador del sitio. En caso de la licitación de Bordo Poniente para el aprovechamiento de biogás se espera que todos los costos los asimilará el desarrollador del proyecto de aprovechamiento y los recuperaría mediante el rendimiento económico del mismo.

El criterio para excluir los costos de la clausura y captación del biogás en el análisis es la premisa de establecer un marco comparativo de carácter exclusivamente energético entre dos rellenos sanitarios de diferentes características y diseños.

Las fases 3, 4 y 5 refieren procesos necesarios y directamente relacionados con la producción energética, se pueden comparar en los dos casos de Prados de la Montaña (donde ya se cumplieron las Fases 1 y 2) y Bordo Poniente (donde falta el cumplimiento de las Fases 1 y 2). En el caso actual de Bordo Poniente para la Fase 4 (operación y mantenimiento), con 2,376 millones de pesos (costos para la operación de la planta eléctrica en 22 años de su vida útil) son los más altos. Las fases 3, 4 y 5 se deben amortizar con la venta de electricidad en los 22 años de la operación efectiva de la planta eléctrica para obtener un proyecto viable.

Tabla 34: Cálculo del beneficio económico para Bordo Poniente

| | |
|---|-----------------|
| Ingresos totales= (Ahorro electricidad + CERs) = (1,111.7 Mdp.+ 4,152Mdp.) = 5,263.7 Mdp. | |
| Costos totales Fase 3 a 5 = (Instalaciones de aprovechamiento energético + Operación y Registro como MDL) = 3,486.38 Mdp. | mantenimiento + |
| Beneficio = (Ingresos totales – Costos totales) = (5,263.7 Mdp. – 3,486.38 Mdp.) = 1,777.32 Mdp. (102.74 M€) | |

Fuente: Elaboración propia

12.2.2 Prados de la Montaña

No existe un estudio de composición de los residuos depositados en el relleno sanitario Prados de la Montaña, de modo que en el modelo para estimar su generación de biogás se supusieron los mismos valores de composición de los residuos asumidos para Bordo Poniente. Dado que en Prados de la Montaña se ejerció la pepena de forma extensiva y más o menos continua, se considera que el porcentaje de materia orgánica y en consecuencia el potencial de generación de biogás, están calculados de forma conservadora.

12.2.2.1 Generación biogás

La reducción de emisiones de GEI se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35: Cantidad de biogás y CO₂eq, Prados de la Montaña

| | Año | Biogás recuperado (m ³ /h) | m ³ /año | Metano (t/año) | CO ₂ eq (t/año) |
|----|------|---------------------------------------|---------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 1995 | - | - | - | - |
| 2 | 1996 | - | - | - | - |
| 3 | 1997 | - | - | - | - |
| 4 | 1998 | 1,833 | 16,057,080 | 5,748 | 120,702 |
| 5 | 1999 | 1,711 | 14,988,360 | 5,367 | 112,698 |
| 6 | 2000 | 1,601 | 14,024,760 | 5,022 | 105,470 |
| 7 | 2001 | 1,502 | 13,157,520 | 4,711 | 98,926 |
| 8 | 2002 | 1,412 | 12,369,120 | 4,428 | 92,983 |
| 9 | 2003 | 1,330 | 11,650,800 | 4,170 | 87,571 |
| 10 | 2004 | 1,255 | 10,993,800 | 3,935 | 82,629 |
| 11 | 2005 | 1,186 | 10,389,360 | 3,719 | 78,102 |
| 12 | 2006 | 1,123 | 9,837,480 | 3,521 | 73,946 |
| 13 | 2007 | 1,065 | 9,329,400 | 3,339 | 70,119 |
| 14 | 2008 | 1,011 | 8,856,360 | 3,171 | 66,586 |
| 15 | 2009 | 961 | 8,418,360 | 3,015 | 63,317 |
| 16 | 2010 | 915 | 8,015,400 | 2,871 | 60,284 |
| 17 | 2011 | 873 | 7,647,480 | 2,736 | 57,465 |
| 18 | 2012 | 833 | 7,297,080 | 2,611 | 54,837 |
| 19 | 2013 | 795 | 6,964,200 | 2,494 | 52,384 |
| 20 | 2014 | 761 | 6,666,360 | 2,385 | 50,088 |
| 21 | 2015 | 728 | 6,377,280 | 2,283 | 47,936 |
| 22 | 2016 | 697 | 6,105,720 | 2,186 | 45,915 |
| 23 | 2017 | 668 | 5'602,501 | 2,096 | 44,014 |
| 24 | 2018 | 641 | 5'376,052 | 2,011 | 42,223 |
| 25 | 2019 | 615 | 5'387,400 | 1,930 | 40,532 |

Suma: 1'548,727 t CO₂eq

Fuente: Elaboración propia

Nota: Por mantener paralelismo con el caso de Bordo Poniente, el análisis se presenta para un período hipotético de 21 años efectivos de operación en la generación eléctrica (1998 a 2019). Similarmente, se asume que los primeros tres años después del cierre se hubiesen requerido para construir la infraestructura de clausura y aprovechamiento, por lo que no habría generación de energía eléctrica, que hubiera sido la primera de su tipo en México.

La cantidad de CO₂ equivalente alcanza un acumulado* de: 1'548,727 t CO₂eq
SUMA: 1.55 Mt CO₂eq (≈1.5 Mt)

*Se está calculando desde 1998 hasta 2019.

Tabla 36: Cantidad de biogás y CO₂eq, Prados de la Montaña

| Año | Generación estimada de biogás | | Eficiencia estimada del sistema | Recuperación estimada de biogás | | Capacidad de la Planta de generación eléctrica (MW) | |
|-----|-------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---|------------------------|
| | m ³ / hora | Millones BTU / hora | | m ³ / hora | Millones BTU / hora | Máxima | de diseño (escalonada) |
| 1 | 1995 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 1996 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 1997 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 1998 | 2,656 | 47.5 | 69% | 1,711 | 30.6 | 3.0 |
| 5 | 1999 | 2,480 | 44.3 | 69% | 1,601 | 28.6 | 2.8 |
| 6 | 2000 | 2,321 | 41.5 | 69% | 1,502 | 26.8 | 2.6 |
| 7 | 2001 | 2,177 | 38.9 | 69% | 1,412 | 25.2 | 2.5 |
| 8 | 2002 | 2,046 | 36.6 | 69% | 1,330 | 23.8 | 2.3 |
| 9 | 2003 | 1,927 | 34.4 | 69% | 1,255 | 22.4 | 2.2 |
| 10 | 2004 | 1,818 | 32.5 | 69% | 1,186 | 21.2 | 2.1 |
| 11 | 2005 | 1,719 | 30.7 | 69% | 1,123 | 20.1 | 2.0 |
| 12 | 2006 | 1,627 | 29.1 | 69% | 1,065 | 19.0 | 1.9 |
| 13 | 2007 | 1,543 | 27.6 | 69% | 1,011 | 18.1 | 1.8 |
| 14 | 2008 | 1,465 | 26.2 | 69% | 961 | 17.2 | 1.7 |
| 15 | 2009 | 1,393 | 24.9 | 69% | 915 | 16.4 | 1.6 |
| 16 | 2010 | 1,327 | 23.7 | 69% | 873 | 15.6 | 1.5 |
| 17 | 2011 | 1,265 | 22.6 | 69% | 833 | 14.9 | 1.4 |
| 18 | 2012 | 1,207 | 21.6 | 69% | 795 | 14.2 | 1.4 |
| 19 | 2013 | 1,153 | 20.6 | 69% | 761 | 13.6 | 1.3 |
| 20 | 2014 | 1,102 | 19.7 | 69% | 728 | 13 | 1.3 |
| 21 | 2015 | 1,055 | 18.9 | 69% | 697 | 12.5 | 1.2 |
| 22 | 2016 | 1,010 | 18.1 | 69% | 697 | 12.5 | 1.2 |
| 23 | 2017 | 969 | 17.3 | 69% | 668 | 11.9 | 1.1 |
| 24 | 2018 | 929 | 16.6 | 69% | 641 | 11.5 | 1.1 |
| 25 | 2019 | 892 | 15.9 | 69% | 615 | 11.0 | 1.0 |

Fuente: Elaboración propia

Como muestra el cálculo de la recuperación y transformación de biogás en una planta eléctrica, ya han pasado los años de la máxima potencia que eran entre 1995 y 2005.

No obstante todavía puede contarse con una potencia de 1 MW para una planta eléctrica en Prados de la Montaña.

12.2.2.2 Venta de electricidad, Prados de la Montaña

Tabla 37: Venta de Electricidad y Ahorros

| Año | Capacidad de la Planta de generación eléctrica (MW) | | Venta de energía | | Ahorro | |
|-------|---|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-----------|
| | Máxima | de diseño | Tarifa \$1.96*/ KWh (A) | Tarifa \$2.25*/ KWh (B) | B - A | |
| 1 | 1995 | - | - | - | - | |
| 2 | 1996 | - | - | - | - | |
| 3 | 1997 | - | - | - | - | |
| 4 | 1998 | 3.8 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 5 | 1999 | 3.5 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 6 | 2000 | 3.3 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 7 | 2001 | 3.0 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 8 | 2002 | 2.8 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 9 | 2003 | 2.6 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 10 | 2004 | 2.5 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 11 | 2005 | 2.3 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 12 | 2006 | 2.2 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 13 | 2007 | 2.1 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 14 | 2008 | 2.0 | 2 | 34,339,200 | 39,420,000 | 5,080,800 |
| 15 | 2009 | 1.9 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 16 | 2010 | 1.8 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 17 | 2011 | 1.7 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 18 | 2012 | 1.6 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 19 | 2013 | 1.5 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 20 | 2014 | 1.4 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 21 | 2015 | 1.4 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 22 | 2016 | 1.3 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 23 | 2017 | 1.3 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 24 | 2018 | 1.2 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| 25 | 2019 | 1.0 | 1 | 17,169,600 | 19,710,000 | 2,540,400 |
| Sumas | | | 566,596,800 | 650,430,000 | 83,833,200 | |

Fuente: Elaboración propia

(*): Valores tomados del "Análisis costo-beneficio. Clausura y aprovechamiento del biogás del Relleno Sanitario Bordo Poniente IV Etapa" / Comisión para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de México, 2012. Preparado para: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.

Tabla 38: Ingresos por MDL y ahorros en facturación eléctrica, Prados de la Montaña

| | |
|--|--|
| Superficie (Hectáreas) Cantidad de residuos (millones de toneladas) | 25 ha ≈5.6 Mt RSU |
| Reducción de GEI por sistema de captación | Desde 0.12 Mt de CO ₂ eq (1998) hasta 0.05 Mt de CO ₂ eq (2015) ≈1.5 Mt en 21 años <i>De suponerse un valor de 12 Euros por tonelada a las cerca de 1.5 millones de toneladas de CO₂eq susceptibles de reducirse, se podrían tener ingresos por un valor de 18.6 millones de Euros. (321.5 Mdp.)</i> |
| Ingresos esperados por participación en MDL (CERs) | 321.5 Mdp. (≈18.6 MC) Nota: en 21 años de operación efectiva → 14.61 Mdp. por año, o \$45,643 M.N. por día |
| Capacidad de la planta eléctrica | 1998 a 2005: 2.0 MW 2006 al 2015: 1.0 MW |
| Ahorro en la facturación eléctrica con la CFE | Ahorros por 83.8 Mdp. (22 años) - Precio de energía producida: \$1.96 M.N. por KWh. - Tarifa de suministro actual: \$2.25 M.N. por KWh. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Costos promedios para la instalación de la infraestructura, Prados de la Montaña

| Fase de los trabajos | | Costo |
|----------------------|---|-----------------------|
| 1 | Clausura (cubierta final, drenaje pluvial, manejo de lixiviado, construcción complementaria) | 0 Mdp. (existente) |
| 2 | Captación de biogás (excavación, tubería, conexiones, válvulas, relleno) | 0 Mdp. (existente) |
| 3 | Aprovechamiento energético (estudios, permisos, equipos, instalaciones, conexión a CFE) | 90 Mdp. |
| 4 | Costos para la Operación (en 22 años) | 132 Mdp.* |
| 5 | Registro como MDL | 1.38 Mdp. |
| | SUMA | ≈223.38 Mdp. |

Fuente: Elaboración propia

*Los costos se interpolan a partir de los costos estimados para la operación con la potencia eléctrica máxima estimada para Bordo Poniente (36.6 MW), que ascienden a 108 Mdp./año, de modo que para 2 MW en Prados de la Montaña se calcula en aproximadamente 6.0 Mdp. /año.

En el caso de Prados de la Montaña, que fue clausurado según las normas EPA de California, los costos para las dos primeras fases se asumen como ya realizados por el GDF por haber realizado la clausura .

Tabla 40: Cálculo del beneficio económico para Prados de la Montaña

| |
|--|
| Ingresos totales = (Ahorro electricidad + CERs) = (83.8 Mdp. + 321.5 Mdp.) = 405.3 Mdp. |
| Costos totales Fase 3 a 5 = (Instalaciones de aprovechamiento + Operación y mantenimiento + Registro como MDL) = (0 Mdp. + 0 Mdp. + 90 Mdp. + 132 Mdp. + 1.38 Mdp.) = 223.4 Mdp. |
| Ganancia = (Beneficios – Costos totales) = (405.3 Mdp. – 223.4 Mdp.) = 181.9 Mdp. (10.51 M€) |

Fuente: Elaboración propia

Los dos casos de estudio varían en la cantidad de toneladas acumuladas y aprovechables, así que se debe encontrar una unidad en común que permita comparar el beneficio económico de diferentes sitios de disposición final de RSU. Enseguida se presenta una vista general de los ingresos y costos totales de ambos sitios y se calcula el beneficio económico en la unidad de tonelada para deducir una comparable de costo energético-económico por tonelada depositada.

Tabla 41: Tabla de Resumen de Ingresos, costos y beneficios de Bordo Poniente y Prados de la Montaña

| Datos | | Bordo Poniente | Prados de la Montaña |
|---|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| RSU confinados (Mt) | | 60 | 5.6 |
| Captura neta de biogás (Mt CO ₂ eq) | | 19.8 | 2.0 |
| Potencia de planta eléctrica (MW) | Máxima | 36.6 | 2.0 |
| | Mínima | 10.6 | 1.0 |
| Venta neta de energía eléctrica (Mdp.) | | 7,513.40 | 549.4 |
| Ingresos (Mdp.) | Ingresos por colocación CERS | 4,152.0 | 321.5 |
| | Ahorro eléctrico | 1,111.7 | 83.8 |
| | Suma (Mdp.) [A] | 5,263.7 | 405.3 |
| Costos (Mdp.) | Clausura | N/I* | 0 |
| | Captación de biogás | N/I* | 0 |
| | Instalaciones de aprovechamiento | 1,109 | 90 |
| | Operación y mantenimiento | 2,376 | 132 |
| | Registro como MDL | 1.38 | 1.38 |
| | Suma (Mdp.) [B] | 3,486.38 | 179.4 |
| Beneficio económico neto (Mdp.) [A - B] | | 1,777.32 | 181.9 |
| Ingreso por tonelada (\$ /t) | | 87.73 | 72.38 |
| Costo por tonelada (\$ /t) | | 58.11 | 39.90 |
| I1: Beneficio económico por tonelada (\$ /t) | | 29.62 | 32.48 |

Fuente: Elaboración propia

*N/I = No incluidos por fines de comparación.

El beneficio económico que se puede esperar en ambos sitios se puede presentar de diferentes formas. La ganancia total en Prados de la Montaña se ascienda a 181.9 millón de pesos, mientras en Bordo Poniente se calcula con 1,777.32 millones de pesos. Cuando se compara la ganancia por tonelada en ambos sitios, varía solo en 2.86 pesos por tonelada: En Prados de la Montaña se calculan ingresos de 72.38 pesos contra costos de 39.90 pesos por tonelada. En Bordo Poniente, comparando las mismas condiciones que excluyen los costos para las fases de clausura, los ingresos ascienden a 87.73 pesos por tonelada, mientras los costos ascienden a 58.11 pesos por tonelada, 45% más del costo que se implicaría en Prados de la Montaña.

12.3 Comparación con el Índice ecológico (Indicadores 2, 3, 4)

El Índice ecológico comprende tres diferentes indicadores. El Indicador 2 está vinculado con el anterior Indicador 1 y reporta cuantas emisiones de Gases de Efecto Invernadero se emitan de los sitios de disposición final de RSU a la atmosfera. Indicador 2 evalúa en base del cumplimiento con la NOM-083- SEMARNAT- 2003 y del cumplimiento con las normas correspondientes de la Semarnat para la contaminación de los recursos naturales, el impacto ecológico de un sitio contaminado a su entorno. El Indicador 4 mide el impacto ecológico positivo que genera un sitio revitalizado en un espacio verde por medio de la disposición de nuevos áreas verdes en la delegación y para cada habitante.

12.3.1 Indicador 2: Emisiones de GEI

Para los sitios Bordo Poniente, Prados de la Montaña, Alameda Poniente en Santa Fe, Santa Cruz Meyehualco (Parque Cuitláhuac) y Neza I se aplica el Modelo de cálculo EPA (véase capítulo anterior). El Parque Bicentenario está excluido del cálculo porque no emita GGEI.

De las emisiones totales que se calculan en la el Paso A, se reducen las emisiones mitigadas que se presentan en el Paso B. De esta forma se consiguen las emisiones totales que refieren un lapso de tiempo teórico de 21 a 25 años después de la operación de los sitios. En realidad los desechos siguen emitiendo también después de este tiempo calculado.

Tabla 42: Emisiones de CO₂ eq. de los sitios de disposición final de RSU

| Sitio | RSU confiados (Mt) | CO ₂ eq (ton en 21 años) |
|---|--------------------|-------------------------------------|
| Bordo Poniente Etapa IV | 60 | 19'803,000 |
| Prados de la Montaña Santa Fe | 5.6 | 1'548,727 |
| Parque Cuitláhuac Santa Cruz Meyehualco | 44.7 | 4'476,429 |
| Alameda Poniente Santa Fe | 40.6 | 6'431,384 |
| NEZA I Bordo Xochiaca | 9.6 | 1'058,308 |

Fuente: Elaboración propia en base del cálculo con el modelo EPA

Para el Paso B, el cálculo de la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero, no sólo se requieren mecanismos y programas sino infraestructuras existentes para la mitigación. La posible (o teórica) mitigación de los sitios registrados en el Mecanismos de Desarrollo Limpio se reporta en documentos de la Semarnat y de la Secretaría de Medio Ambiente del GDF en forma de estimadas emisiones captadas y mitigadas por año o en total (Semarnat, 2008). Se aprecia que en la ZMCM existe un potencial de reducción de GGEI de 1,75 Mt CO₂eq por año por medio de proyectos de captación de los gases de rellenos sanitarios.

La estimación comprende las posibles reducciones de GGEI de los rellenos sanitarios de Tecámac, Tultitlan, Naucalpan, Ecatepec, Tlalnepantla, Santa Fe (Prados de la Montaña), en el Estado de México y en la Etapa IV de Bordo Poniente (véase cap. 7.2.5.1. Rellenos sanitarios en la ZMCM que participan en el MDL).

En el año 2011 existían registrados en el MDL dos anteproyectos para aprovechar el biogás y transformarlo en energía en rellenos sanitarios operados dentro de la Ciudad de México: Bordo Poniente y Prados de la Montaña.

Para deducir las emisiones totales del Indicador 2 se defina: Una reducción se reconoce cuando: a) se instaló el quemador dentro de los 21 años después de su clausura, y b) ya hay un quemador en operación o lo tendrán en operación dentro de los próximos 5 años. De las emisiones de CO₂eq del Paso A se reducen por la cantidad real reducida de CO₂ eq en Paso B, con el fin de resumir las Emisiones totales (A-B) en la unidad [ton].

Suposiciones para el cálculo de las Emisiones totales

- a) Para estimar la cantidad total de CO₂ eq en los 5 diferentes sitios de disposición final de RSU, se refiere al cálculo con el modelo EPA como en el Indicador 1 para Bordo Poniente y Prados de la Montaña.
- b) En Bordo Poniente se calculan las emisiones captadas para los futuros 21 años, de 2015 a 2036, lo que refiere el tiempo en que el relleno estará equipado con un sistema de captación y transformación de gases, según su licitación en 2011.
- c) Cabe mencionar que puede existir la mitigación de las emisiones en un relleno sanitario sin ser registrado en un proyecto de MDL. Este caso existe en Prados de la Montaña que operaba entre 1987-1994 pero se registró en el MDL hasta 1998. Los gases de este sitio se captaron desde 1998, así para el Indicador se está calculando la época de 1998 hasta 2019.
- d) El ex tiradero Santa Cruz Meyehualco cerró en 1985, así se calculan en el Indicador las emisiones de los 21 años ya pasados, no obstante, se instaló en el año 2010 un sistema para captar los gases que todavía están emitiendo.
- e) En la realización del proyecto Ciudad Jardín se instaló un quemador en el ex tiradero Neza I que opero de los 80 hasta 2004. Para la captación de GGEI en Ciudad Jardín se menciona en una presentación una reducción de 93,000 t/año de CO₂ equivalente, dato que no está arropado hasta la fecha. Se instaló un quemador pero no funciona por falta de luz. En el Indicador se reportan el total de GEI generados en 21 años.
- f) En el caso de Iztapalapa y su ex tiradero Santa Cruz Meyehualco ya pasaron los 21 años desde la clausura del sitio (1985), lo que significa que ya emitió la mayor cantidad de los gases a la atmosfera. En el Indicador se reportan el total de GEI ya emitidos. Sin embargo, 27 años después se instaló un sistema para quemar los pocos gases que todavía se emiten, con el motivo de poder ofrecer un espacio residual sin riesgos para la salud a los visitantes del parque.

Tabla 43: Resumen de Balance de Emisiones (Indicador 2)

| Relleno Sanitario | Emisiones CO₂ eq en 21 años (A) | Periodo (21 años) | Reducción CO₂ eq en 21 años (B) | Emisiones totales (A – B) |
|--------------------------|---|--------------------------|---|----------------------------------|
| Bordo Poniente | 19,803,000,000 t | 2015-2036 | Por instalar sistema de transformación: 19,803,000,000 t | Objetivo: 0 t |
| Prados de la Montaña | 1,548,727 t | 1998-2019 | Quemador: 1,548,727 t | 0 t |
| Neza I | 1'058,308 | 2008-2029 | No opera el quemador | No mitigación: 1'058,308 |
| Alameda Poniente | 6'431,384 | 1990- 2011 | Solo se captan los gases, no se queman | No mitigación: 6'431,384 t |
| Santa Cruz Meyehualco | 4'476,429 | 1985- 2005 | Solo se captan los gases, no se queman | No mitigación: 4'476,429 t |

Fuente: Elaboración propia

12.3.2 Indicador 3: Cumplimiento con la NOM- 083- SEMARNAT-2003

El Indicador 3 se compone de dos sub-indicadores: E_{neg1} reporta el *Riesgo para la salud pública y bienes por posible explosividad* en el sitio residual, E_{neg2} reporta el *Riesgo de contaminación del subsuelo y mantos acuíferos por lixiviados* que presenta el sitio residual.

Para determinar el grado de riesgo, se interpreta la información de las Fichas Técnicas que resumen los monitoreos en las disposiciones finales de RSU en el DF (Alameda Poniente, Prados de la Montaña y Santa Cruz Meyehualco). Para Bordo Poniente no se proporciona una Ficha Técnica, pero se puede referir a diversas informaciones que proporcionan estudios técnicos, artículos y la licitación de enero de 2012. Para el tiradero remediado y transformado en campos deportivos en Nezahualcóyotl falta un reporte oficial, por lo tanto se refiere a las declaraciones de la clausura técnica y/o la opinión de expertos por medio de visitas *in situ*.

Enseguida se presentan los sinopsis de las Fichas Técnicas el año 2013, reportes y opiniones de expertos para dedicar a cada sitio su correspondiente valor en una escala de 0 a 3 (0 = no existe un riesgo, 1 = poco riesgo existente, 2 = hay riesgo, 3 = hay alto riesgo). El en anexo, cap. 16 Monitoreo de los 3 sitios en el DF se encuentran las Fichas Técnicas de forma completa.

12.3.2.1 Alameda Poniente - Cumplimiento con la NOM 083

Tabla 44: Resumen Ficha Técnica de la Alameda Poniente / Santa Fe

| | |
|---|--|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°22'18"N 99°15'23W |
| Ubicación | Av. Prolongación la Fe s/No. Entre Av. Javier Barros Sierra y Av. Vasco de Quiroga Col. Santa Fe. Del. Álvaro Obregón |
| Vida útil (años) | 40 años (40's a 1987) |
| Año de clausura | 1987 |
| Superficie total (ha) | 60.4 |
| Superficie de áreas verdes (ha) | 18.1 |
| Superficie de obras deportivas, recreativas y servicios en general (ha) | 42.3 |
| Residuos depositados (millones de t) | 25 a 30 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 30 a 60 |
| Tipo de suelo | Socavones de actividad minera (arena). Rocas ígneas, fragmentos de arena, grava y otros de tipo sillar |
| Fondo de relleno | Tiro directo sobre terreno natural |
| Cubierta final | Material térreo con espesores variables |
| Tipo de residuos depositados | Municipal y construcción |
| Uso del predio | Deportivo en periodos restringidos |
| Infraestructura para el control de biogás | Inicialmente 38 pozos de monitoreo de biogás y 35 pozos de venteo Actualmente 30 pozos de monitoreo de biogás y 23 pozos de venteo o de extracción. |
| Infraestructura adicional objeto de monitoreo de biogás | Grieta ubicada al norte del sitio. |
| Infraestructura para el control de lixiviado | No existe |
| Características especiales | Existencia de cavernas |

Fuente: Elaboración propia

Problemáticas del sitio:

- *Derivado de las actividades de monitoreo, se ha detectado la presencia de bioqás en la zona central del sitio, así como migración hacia la periferia del mismo, principalmente en la zona Este, sobre la avenida Javier Barros Sierra frente al residencial Terre y en la zona Oeste sobre la avenida Vasco de Quiroga entre Joaquín Gallo y Roberto Medellín.*
- *Debido a las maniobras de construcción de un estacionamiento en la parte central del sitio y la nivelación del terreno para la instalación de un corralón de autos por parte de la Secretaría de Seguridad Pública, la infraestructura para el control de bioqás ha sido afectada, pues históricamente presenta valores de explosividad importantes ya que se trata de tubería destinada al venteo de bioqás.*
- *La falta de mantenimiento al sitio, principalmente labores de poda, impide que sea visible la formación de grietas en la cubierta vegetal y puedan ser monitoreadas. En abril de 2003 se formó una grieta de 60 metros de longitud aproximadamente, en la zona norte del sitio, la cual ha sido vigilada constantemente por el área de monitoreo, pero es importante que sea sellada para evitar riegos por su contenido de metano.*
- *Adicionalmente, el sitio cuenta con áreas donde la hierba crece sin ningún control, lo que ha ocasionado que en épocas de estiaje se generen incendios por la hierba seca y la presencia de bioqás en la zona.*
- *Se detectó presencia de víboras de cascabel en la zona de pozos de venteo, lo cual a partir de 2012 no se ha ingresado a esa zona por seguridad del personal que realiza el monitoreo en ese sitio.*
- *Cabe aclarar que el sitio a pesar de haber sido clausurado aproximadamente en 1987, continúa generando bioqás, según los resultados actuales en pozos de extracción y de monitoreo. El realizar trabajos en un sitio de disposición final clausurado implica ciertos cuidados y riesgos. El bioqás por poseer en su composición metano, le confiere su característica de inflamabilidad y explosividad, que tiende a buscar salida y comienza a migrar a zonas donde no se tenía presencia del mismo. Por lo anterior, se recomienda resguardar la infraestructura para control de bioqás.*

Comentarios

Aunque el sitio fue clausurado en 1987, por la Dirección, General de Servicios Urbanos, actualmente el sitio se encuentra bajo la administración de Servicios Metropolitanos S.A. de C.V. (SERVIMET).

El sitio debe permanecer como un parque sin acceso al público, debido a que aún se presenta migración de bioqás tanto en pozos de monitoreo como de extracción. La DGSU

realiza el monitoreo de biogás en el sitio, según lo indica la NOM-083 SEMARNAT-2006 . Debido al alto riesgo por la concentración de metano que presentan los pozos para control de biogás, y la falta de mantenimiento de cubierta del sitio, se requiere que el sitio permanezca con acceso restringido.

Se constata la falta de infraestructura para la captación de lixiviados, factor que se alivia solo por la antigüedad de 25 años del sitio en los cuales ya se evaporizo la mayoría de los lixiviados. Como no se mencionan los lixiviados en la ficha técnica se resume que no se han tomado pruebas, solo por la antigüedad ya no representan un gran riesgo de contaminación, en todas formas no se cumple la NOM- 083. El suelo todavía abre grietas y se mueve, lo que significa que sigue el proceso de sedimentación que implica un posible riesgo para construcciones *in situ* (carreteras), la descripción de la situación de la emisión de gases deja constar que existe todavía un riesgo de explosividad y para la salud pública de los visitantes del sitio por la emisión de gases (E_2 =Valor 2). Respecto al escurrimiento de lixiviados se comenta que no existe una infraestructura, así no se cumple la NOM-083. Dado a la antigüedad del sitio, no se espera más escurrimiento de lixiviados (E_1 =Valor 1).

12.3.2.2 Prados de la Montaña - Cumplimiento con la NOM 083

Tabla 45: Resumen Ficha Técnica de Prados de la Montaña /Santa Fe

| | |
|--|--|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°21'34"N 99°15'47"W |
| Ubicación | Av. Carlos Lazo S/No. Col. Santa Fe. Del. Álvaro Obregón |
| Vida útil (años) | 7.4 años (1987 a 1994) |
| Inicio de operaciones | Marzo de 1987 |
| Año de clausura | Julio de 1994 |
| Superficie (ha) | 24.6 de predio 21.5 de relleno |
| Residuos depositados (millones de t) | 5.6 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 14 a 44 |
| Fondo del relleno | Indicios de geosintético y terracería en desplante e impermeabilización parcial con geomembrana en paredes internas |
| Tipo de suelo | Rocas ígneas extrusivas piroclásticas, fragmentos de grava, arenas, limos y arcillas. |
| Cubierta final | Capas de nivelación (60cm promedio), sello tepetate compactación controlada (30cm), erosión (20 cm), tierra vegetal (15cm), pasto. |
| Tipo de residuos depositados | Municipal |
| Uso del predio | Área verde de uso restringido al público. |
| Infraestructura para el control de biogás | 112 pozos que integran una red de extracción forzada y 61 pozos de monitoreo perimetral |
| Infraestructura para el control de lixiviado | Tres Pozos de lixiviado. (R01,R02 y pozo rojo) solo se tienen datos del pozo R01 |
| Características especiales | Clausura realizada bajo criterios de la US EPA California |

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA DEL SITIO

El sitio se encuentra en la zona de Santa Fe, una zona de gran desarrollo habitacional y comercial. En la periferia del sitio se encuentra la zona residencial La Loma, escuelas de importancia como son: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Santa Fe, Universidad West Hill, Colegio Eton, así como el Centro de exposiciones Expo México BBVA Bancomer. Todavía existen predios cercanos que no han sido construidos, razón por la cual es de interés verificar la condición que presenta el sitio para garantizar la seguridad en el desarrollo de nuevas edificaciones.

Actualmente Prados de la Montaña es un sitio que se conserva como área verde sin acceso al público hasta que se abata la generación de biogás. Se observa que se ha ido disminuyendo progresivamente la generación de metano en el sitio con una reducción de 29.31 %.

El sitio por sí mismo no genera contaminación considerada de riesgo para la población circunvecina, se podría indicar que contamina al ambiente debido a sus emisiones de biogás, la cual es abatida por la quema del mismo, ya que son más contaminantes las emisiones de metano a la atmósfera por su efecto invernadero que emitir bióxido de carbono como resultado de la quema del mismo. Por otra parte los lixiviados no representan riesgo sanitario debido a que se encuentran atrapados al interior del sitio.

Se constata el cumplimiento con la norma (aunque no se refiere a la NOM-083 sino a una norma más antigua) respecto a la existencia y el buen funcionamiento de infraestructura para la captación de gases y de lixiviados. No obstante, no se permite el acceso y uso público del área por las emisiones ($E_2 = \text{Valor } 1$). Respecto a la explosividad no existe un riesgo para la salud pública, aun así, pueden existir riesgos para construcciones en terrenos vecinos ($E_1 = \text{Valor } 1$).

12.3.2.3 Santa Cruz Meyehualco - Cumplimiento con la NOM 083

Tabla 46: Resumen Ficha Técnica del Santa Cruz Meyehualco, Iztapalapa

| | |
|--|---|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°21'40"N 99°02'40"W. |
| Ubicación (Domicilio) | Al oriente de la Ciudad de México, en la delegación Iztapalapa, Av. Luis Méndez. |
| Vida útil (años) | 35 años |
| Inicio de operaciones | 1948 |
| Año de clausura | 1984 |
| Superficie (ha) | 140 hectáreas |
| Residuos depositados (millones de t) | 45 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 8 a 12 |
| Fondo del relleno (preparación del terreno) | Directo sobre terreno natural. |
| Tipo de suelo | Arcillas compresibles de media a alta |
| Cubierta final | Material terreo, espesores variables. |
| Tipo de residuos depositados | Municipal |
| Uso del predio | Zona deportiva y recreativa. |
| Infraestructura para el control de biogás inicial en el sitio | 3 pozos de monitoreo con 3 niveles y 11 pozos de venteo de biogás |
| Infraestructura para el control de biogás actual | 3 pozos de monitoreo con 3 niveles y 10 pozos de extracción de biogás, 15 coladeras de concreto, 11 coladeras metálicas, 3 cárcamos, 9 registros de válvulas. |
| Infraestructura para el control de lixiviado inicial en el sitio | No existía |
| Infraestructura para el control de lixiviado actual | No existe |
| Características especiales del sitio | Incendio severo previo a su clausura |

Fuente: Elaboración propia

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Durante el año 2009, el área de monitoreo se realizó apoyo con mediciones de biogás en la excavación de cepas para la reforestación del parque, sin embargo, por tratarse de excavaciones de 1 metro cuadrado de profundidad, no se detectó presencia de biogás en las cepas.

Por ser un sitio de disposición final, el parque Cuitláhuac presenta generación de biogás, sin embargo, apoyándose en el estudio denominado “Estudio Geofísico Parcial en el Sitio de Disposición Final Clausurado Santa Cruz Meyehualco” de fecha Diciembre de 1999, realizado por la empresa Investigaciones Electrofísicas de la Tierra S.A. de C.V. se indica que la presencia de biogás se ha visto reducida, sin embargo, aún persisten zonas de producción, mismas por las que el biogás puede desplazar por el espacio ocupado por los residuos sólidos aún persistentes. [...] La mayor problemática por biogás se percibe en la zona deportiva del Parque y a profundidades a partir de 3 metros.

Los posibles usos y proyectos que se destinen al Parque Cuitláhuac deben de realizarse tomando en cuenta aspectos relevantes como son:

- *La cubierta de sello con la que fue clausurado el sitio se ha ido erosionando con el paso del tiempo, razón por la cual en algunas zonas se encuentra con espesores mínimos por los cuales podría detectarse migración de biogás. Lo anterior, aunado a la falta de mantenimiento de la cubierta del parque son factores que pueden propiciar la presencia de biogás.*
- *Los vestigios de biogás señalados en el estudio de geofísica arriba citado se encuentran superficialmente a menos de 5 metros de profundidad, sobre todo en la zona deportiva.*
- *La instalación de estructuras pesadas, así como vibraciones y golpes pueden influir en el movimiento del biogás a través de los paquetes de residuos presentes en el sitio.*
- *La falta de mantenimiento del parque, como es la falta de poda y presencia de basura, puede provocar incendios que pueden verse favorecidos por la presencia de biogás.*

Actualmente el Parque Cuitláhuac cuenta con una red de captación de biogás que fue instalada y es operada por personal de la delegación Iztapalapa.

Se constata que el sitio en su primera clausura en 1984 no cumplió con que ahorra establece la NOM-083, esta condición fue comentado en 1999 en estudios ambientales como situación deficiente hasta peligrosa para la salud publica respecto a la emisión de gases y explosividad (se concluye también la descripción en Cap. 9.4.3.1. “Estudios del Impacto Ambiental y riesgo a la salud pública por emisiones 2003 y 2010”). Se menciona en le Ficha Tecnica emisiones de biogás justamente en el área de los campos deportivos. Se instaló una nueva red para la captación de los gases restantes bajo la responsabilidad y administración de la misma Delegación Iztapalapa, no obstante la instalación no cubre toda la superficie del parque público, así que queda un riesgo ($E_2 = \text{Valor } 2$). Respecto al escurrimiento de lixiviados se comenta que no existe una infraestructura, así no se cumple la NOM-083. Dado a la antigüedad del sitio (desde 28 años clausurado) y el alto porcentaje de materia inerte (plásticos) en el subsuelo ya no se espera más el escurrimiento de lixiviados que presenta una fuente de contaminación para subsuelo y mantos acuíferos ($E_1 = \text{Valor } 1$).

12.3.2.4 Bordo Poniente - Cumplimiento con la NOM 083**Tabla 47: Ficha Técnica de Bordo Poniente / Vaso de Texcoco**

| | |
|---|--|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°27'03.16"N, 99°01'17.50"W 19°27'12.46"N, 99°00'43.12"W |
| Ubicación (Domicilio) | Al norte: Ejidos de Santa María Chiconautla, Santa Isabel Ixtapa, San Cristóbal Nexquipayac y lo que fue la empresa Sosa Texcoco. Al sur: Ejido Chimalhuacán, Bordo Xochiaca, Colonia El Sol. El este: Ejidos San Salvador Atenco, San Pablito Calmimilolco, San Miguel Tecuila, San Felipe, Santa Cruz y Huexotla. A oeste: Canal de Sales. |
| Vida útil (años) | 16 años |
| Inicio de operaciones | 1995 |
| Año de clausura | 2011 |
| Superficie (ha) | 375 ha |
| Residuos depositados (millones de t) | 60 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 12 -15 (al centro) |
| Fondo del relleno (preparación del terreno) | Sobre geomembrana de polietileno de alta densidad de 1 milímetro de espesor. |
| Tipo de suelo | Suelo lacustre, arcillo-limoso de baja permeabilidad con depósitos de material tobáceo. Baja capacidad de carga, compresible y de alta plasticidad. |
| Cubierta final | Material térreo areno arcilloso (tepetate), 20-30cm |
| Tipo de residuos depositados | Residuos Sólidos Urbanos (50% orgánicos) |
| Uso del predio | Relleno sanitario según la NOM-083-Semarnat-2003 |
| Infraestructura para el control de biogás inicial en el sitio | Sistema pasivo integrado por 171 pozos para el venteo atmosférico del biogás (tubos de PVC). Sistema solo parcial (1507 pozos proyectados), principalmente en algunas zonas perimetrales al oeste del sitio. |
| Infraestructura para el control de lixiviado inicial en el sitio | Red perimetral con tuberías plásticas en su periferia conectadas mediante cárcamos de extracción separadas a cada 100 metros. Existen 21 pozos aeróbico para recirculación, 92 están proyectados para la circulación al interior del sitio. Planta fija en Etapa I, 3 litros/s procedimientos físico-químicos. Planta móvil principalmente en Etapa IV, tecnología de ósmosis inversa (filtración presurizada por membranas) 10 m ³ /día. |
| Características especiales del sitio | Clausurado en 2011, licitación para trabajos de clausura y aprovechamiento de biogás. |

Fuente: Elaboración propia

Existen múltiples informaciones y estudios con diferentes resultados y declaraciones sobre que peligro representa Bordo Poniente para el ecosistema y la salud pública. Se reportan y comentan la situación de la carga de la pilas sobre un subsuelo lacustre, del escurrimiento de lixiviados, aguas negras y pluviales de las pilas hacía la red de drenaje de esta zona, del peligro para los cuerpos de agua y el subsuelo, de la fauna nociva y del intenso olor, polvos y partículas suspendidas que salen de este sitio y afectan la salud pública. Enseguida se citan algunas informaciones que refieren la situación de subsuelo y mantos acuíferos, lixiviados, aguas pluviales y gases en Bordo Poniente.

Capítulo 9.2. “Disposición clausurada del DF: Bordo Poniente”

- De las cuatro etapas de Bordo Poniente, solo la Etapa IV cumple con la mayoría de las prescripciones para construcción y operación de rellenos sanitarios que establece la NOM-083-SEMARNAT-2003. Destaca la instalación de un sistema de impermeabilización sintética mediante geomembrana de polietileno de alta densidad de 1 milímetro de espesor.
- Bordo Poniente cuenta con dos plantas de tratamiento de lixiviados, una es fija y da servicio a la Etapa I, con una capacidad de diseño para 3 litros por segundo a base de procedimientos físico-químicos. La otra es móvil y opera principalmente en la Etapa IV; su proceso es mediante tecnología de ósmosis inversa (filtración presurizada por membranas) con una capacidad para aproximadamente 10m³ al día. Otra estrategia para el manejo del lixiviado es su recirculación al interior de las celdas de confinamiento, lo cual controla su presencia y favorece su disminución.
- Al igual que en las etapas anteriores, la Etapa IV cuenta con un sistema de pozos para el venteo atmosférico del biogás (tubos de PVC). Sin embargo, es solo parcial, principalmente en algunas zonas perimetrales al oeste del sitio. Se prevé que durante los trabajos de clausura se construirá un sistema de captación de biogás integral que posibilite su aprovechamiento energético.

Anexo Técnico- T1 de la Licitación del GDF-SOS de 2011 (GDF, 2012)

En el anexo técnico de la Licitación para la clausurar y el aprovechamiento de biogás se menciona:

- Se debe instalar un sistema para que no se mezclen los lixiviados con aguas pluviales,
- Se debe instalar un sistema que no se infiltren los lixiviados hacia las aguas superficiales y subterráneas,
- Se debe desalojar el agua de lluvia de todo el terreno,
- Se debe minimizar la infiltración de aguas pluviales a la totalidad del relleno sanitario,
- Se debe extraer y captar el biogás generado en el sitio,
- Se debe evitar la generación de impactantes ambientales por encima de los niveles normados.

Estudio del Colegio de Ingenieros Civiles de México sobre carga de suelo y riesgos (Órgano oficial de Ingenieros de México, 2006)

- El comportamiento que se manifiesta es que las celdas de desechos están soportadas en su mayor parte por efecto de la flotación, gracias a la membrana impermeable de HDPE colocada en el contacto suelo-desechos
- La prueba de carga ha ampliado el conocimiento del comportamiento de los suelos del ex Lago de Texcoco y demuestra la seguridad de la operación del relleno sanitario.

Neikos SA de CV; Reporte Confidencial sobre Bordo Poniente

Se debe contemplar:

- Prevenir la filtración de agua pluvial hacia el interior del relleno,
- Promover el drenaje del agua superficial hacia afuera del sitio,
- Prevenir la erosión de la cubierta final,
- Prevenir la fuga incontrolada de biogás.

Se constata que es difícil conocer el riesgo real para el ecosistema ex vaso de Texcoco, para el entorno urbano y para la población, lo que representa el estado de la Etapa IV de Bordo Poniente. Cabe mencionar que la Etapa IV con 600 hectáreas totales es solo un parte de todo el sitio residual, cuándo las etapas anteriores no poseen la infraestructura (geomembrana, pozos de venteo) como la Etapa IV. El enorme tamaño de todo de sitio residual (1000 ha) en medio de una área natural protegida (de 10,000 ha) sin acceso al público garantizan una cierta distancia de todo el suceso a las delegaciones o la población vecina por lo tanto menso riesgo si estar al lado de la urbanización. La infraestructura para la captación de lixiviados y aguas pluviales es al momento deficiente, si no dañino, para el ecosistema y para el sistema de drenajes que cruzan el terreno, se mezclan aguas negras y pluviales con lixiviados que conllevan metales pesados y otras sustancias peligrosas ($E_1 = \text{Valor } 3$). La captación de los gases se está previendo para los próximos años, mientras existe parcialmente una captación pero sin condiciones satisfactorias; no obstante, no existe un peligro para la población y bienes por explosiones debido a la distancia entre el relleno sanitario y los próximos asentamientos ($E_2 = \text{Valor } 1$).

12.3.2.5 Neza I - Cumplimiento con la NOM 083

El reporte⁶⁷ sobre la remediación de Neza I explica:

“Los residuos remanentes se compactaron y se les inyectaron 3,000 toneladas de ceniza y cal para detener el proceso de descomposición, inhibir la generación de gas metano y crear una superficie más estable para las instalaciones. La capa de clausura del sitio partió de colocar una capa de tezontle y tepetate sobre los residuos, y sobre ésta se instaló una geomembrana de polietileno de muy baja permeabilidad. Posteriormente se colocó otra capa de tepetate y tierra fértil para plantar césped. También se instalaron una planta para el tratamiento de los lixiviados y 226 pozos de extracción que conducen el biogás a un quemador.”

Vista de experto (visita *in situ* 11 de enero y 24 de marzo de 2013):

En la vista *in situ* se observaron la instalación y operación correcta de los pozos de captación de biogás en los terrenos deportivos, a pesar de esto, es perceptible en todo el terreno olor a residuos. La red para la captación de lixiviados está correctamente instalada, no obstante, se reportan escurrimientos de lixiviados sobre la calle de acceso al terreno.

De esta forma se queda en los campos deportivos sobre el tiradero de Neza I un pequeño riesgo de emisiones ($E_2 = \text{Valor } 1$) y respecto al escurrimiento de lixiviados se instaló un sistema pero no está 100% funcionando ($E_1 = \text{Valor } 1$).

Tabla 48: Resumen Indicador 4: Cumplimiento con la NOM- 083

| Fuente de información | Fichas técnicas Brigadas de Monitoreo | | | Estudios Licitación | Opinión experto |
|--|---------------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| | Alameda Poniente | Prados Montaña | Parque Cuitláhuac | Bordo Poniente | Neza I |
| E neg1 : Captación y tratamiento de lixiviados | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| E neg2: Emisiones de gases y explosiones | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Resumen Indicador 4* | 1.5 | 1 | 1.5 | 2 | 1 |

$$I4 = \frac{Eneg1 + Eneg2}{2}$$

Fuente: Elaboración propia

⁶⁷ Transformación del tiradero Neza I, Gobierno del Estado de México, Municipio de Nezahualcóyotl, Bordo de Xochiaca, 2006-2009

12.3.3 Indicador 5: Áreas Verdes

Se comparan todos los Casos de Estudio presentados como sitios revitalizados. Se ubican en las delegaciones Iztapalapa y Azcapotzalco, en la zona de desarrollo especial Santa Fe / Álvaro Obregón y en el municipio Nezahualcóyotl / Estado de México. El ex relleno Bordo Poniente se ubica en la zona federal de ex Vaso de Texcoco, ubicado en el Estado de México. Último se menciona como potencial como área verde, pero en realidad no existen planes para su ajardinamiento.

Se resumen otra vez los datos correspondientes a las áreas verdes delegacionales, proporcionados por el Centro GEO en cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del GDF.

Tabla 49: Declaración de diferentes áreas verdes en el DF

| Superficie DF | | Áreas Verdes (AV) | Áreas de Valor Ambiental (AVA) | Áreas Naturales Protegidas (ANP) |
|-------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|
| SU: 61,458 ha (41%) | SC: 87,310 ha ¹ (59%) | 7,554 ha | 805 ha | 4,469 ha |
| Total 149,000 ha | | Total: AV+ AVA+ ANP: 12,828 ha 20.8% del SU o 8.6% del DF (SU+SC) → AV: 15 m ² /hab (8.85 mil hab) | | |

Fuente: Elaboración propia

1/ Se estima que hasta el año 2030 se habrán perdido el 30% del SC en el DF (SMA, 2008).

Tabla 50: Declaración de Áreas verdes por habitante en las zonas del estudio

| Delegación | Área [ha] | Total área verde en SU | AV / hab [m ²] | Zona arbolada por habitante [m ²] |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| Álvaro Obregón | 6,110 | 2,460 (40.2%) | 35.8 | 23.1 ¹ |
| Santa Fe | 931 | 262 (28.1%) | 75.8 | ND |
| Iztapalapa | 11,350 | 1,830 (16.2%) | 10.3 | 2.8 |
| Azcapotzalco | 3,350 + 172 ² | 430 (12.8%) | 9.7 | 5.3 |
| Nezahualcóyotl ³ | 6,374 ha | 269 ha (4.2%) | 2.4 | ND |

Fuente: Inventario General de Áreas Verdes, Centro GEO 2003

1) La declaración difiere entre el Inventario General que declara 23.1 m²/ hab de zonas arboladas y el Inventario de INEGI que declara 8.1 m²/ hab.

2) Ajuste para el Parque Bicentenario Azcapotzalco

El Parque Bicentenario está creado para la población de Azcapotzalco, en todas las publicaciones y estadísticas urbanas se hace referencia a él como parte de esta delegación; no obstante, el terreno de 172 hectáreas de la ex refinería de Pemex se ubica en el límite entre las delegaciones Miguel Hidalgo y Azcapotzalco. Como la entrada del parque se dirige hacia Azcapotzalco y su revitalización beneficia directamente a esta delegación (la cual carece de áreas verdes y ofertas recreativas para las familias), para efectos de este estudio, se traslada el límite geográfico para referirse a la delegación urbana- y socialmente correspondiente. Así que, en todo el estudio se considera el terreno del Parque Bicentenario, como parte de la delegación Azcapotzalco. En este caso, debe agregarse, al tamaño de la delegación (33,5 km²) las 172 hectáreas correspondientes al terreno de Pemex, para realizar el cálculo correspondiente al Indicador de áreas verdes de Azcapotzalco. La administración de este terreno está a cargo de la Semarnat.

3) Los datos para Nezahualcóyotl no se encuentran en las publicaciones del DF sino en el Plan Municipal Nezahualcóyotl.

Se revisa que zonificación y que tamaño tienen los sitios revitalizados en los Casos de Estudio.

Tabla 51: Zonificación y tamaño de los sitios revitalizados

| Sitio residual / revitalizado | Ubicación | Zonificación | Tamaño | Competencia / Responsabilidad |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| Bordo Poniente | Edomex - ex Vaso Texcoco | <u>Suelo de Conservación</u> Zona federal | 600 ha Etapa IV/ 1,000 ha total | Zona federal ANP, administrado por CONAGUA |
| Prados de la Montaña | Santa Fe Del. Álvaro Obregón | De Área Verde al <u>Rescate Ecológico</u> ¹ | 25 ha | Programa Parcial de la Zona de Santa Fe |
| Alameda Poniente Santa Fe | Santa Fe Del. Álvaro Obregón | De Equipamiento Infraestructura y Área Verde a <u>Espacio Abierto</u> ¹ | 68 ha (42.3 ha área deportivo, 18.1 ha AV) 37 ha ya en uso comercial y habitacional. Restan 31 ha | Programa Parcial de la Zona de Santa Fe |
| Parque Cuitláhuac | Del. Iztapalapa | <u>Espacio Abierto</u> ² | 148 ha | Delegación Iztapalapa |
| Neza I | Municipio Nezahualcóyotl, antes Zona federal | E-RC: Recreación y Comercio, E-EC: Educación -Cultura, E- C: Comercio, MN: Industria media no contaminante | 110 ha: 60 ha campos deportivos y 50 ha zona comercial | Administrado provisionalmente de un Patronato presidido por un grupo de empresarios |
| Parque Bicentenario | Del. Miguel Hidalgo -Del. Azcapotzalco* | De EA a E en 2008 | 55 ha | Administrado de la Semarnat. |

*Véase "Ajuste para el Parque Bicentenario Azcapotzalco"

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el Indicador 5, se genera la siguiente tabla, con base en las informaciones anteriores. Los factores contemplados son:

- a) áreas verdes creadas (en m²/hab) por el sitio residual transformado en un espacio verde, y
- b) el aumento de áreas verdes en la delegación o zona (en %).

Tabla 52: Resumen Indicador 5: Aumento Áreas Verdes

| Delegación / Zona / Municipio | Tamaño [ha] | Habitantes | Áreas Verdes [A] | Sitios revitalizados [B] | AV sin sitios revitalizados A o [A-B] | AV antes | AV después a) por habitante b) para la zona |
|--|--------------------------|----------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Santa Fe | 931 | 34,494 | 262 ha | 56 ha | [A-B] 206 | 59.8 m ² /hab | a)+17.8 m ² / hab b)+27.2 % |
| Iztapalapa | 11,667 | 1,815,786 | 1,830 ha | 148 ha | [A-B] 1,682 | 9.3 m ² /hab | a)+0.77 m ² / hab b)+8.8 % |
| Nezahualcóyotl | 6,374 | 1,110,565 | 269 ha | 60 ha | [A-B] 209 | 1.9 m ² /hab | a)+0.54 m ² / hab b)+28.7 % |
| Azcapotzalco | 3,354 (+172) 3,526 | 414,711 | 430 ha | 55 ha | A 430 | 10.4 m ² /hab | a)+1.33 m ² / hab b)+12.8 % |
| Etapa IV/ Etapa I-IV Bordo Poniente | DF 149,000 | DF 9.7 mil. | 12,830 ha | 600 ha/ 1,000 ha | A 12,830 | 15 m ² /hab DF promedio | a) +0.62 m ² / hab +1.03 m ² / hab b) +4.7% +7.8% |

Fuente: Elaboración propia

Con el indicador que reporta el aumento de áreas verdes en la delegación se toma referencia a la situación antes y después del proyecto de la revitalización en la delegación. Se reporte el aumento de áreas verdes a) en aumento de los metros cuadrados por habitante (m²/hab.) y b) en porcentaje total de aumento de AV para la zona correspondiente (%).

En el caso del ajardinamiento de Bordo Poniente (total: 1,000 ha) se aumentaría el área verde en la Ciudad de México por 1.03 m², de 15 m² a 16 m² por habitante.

12.4 Comparación con el Índice Gestión y Valor de Suelo

Los datos por investigar para el Índice Gestión y Valor de Suelo se dividen en dos categorías con cuatro indicadores: La primera categoría “Cambio de uso de suelo”, considera lo reportado por el Indicador 5: **Cambio de usos de suelo** del terreno residual y perímetro el Indicador 6: **Fenómenos de Gentrificación**. La segunda categoría “Valor económico del suelo y Plusvalor” se refiere al Indicador 7: **Plusvalor catastral** e Indicador 8: **Plusvalor comercial**.

12.5 Indicador 6: Cambio de usos de suelo residual y perimetral

Para la primera categoría se analizan los usos de suelo en los Planes de Desarrollo y se identifica la nomenclatura correspondiente a los suelos residuales revitalizados, así como la caracterización de los terrenos perimetrales. Para determinar el indicador de gentrificación se realizan visitas *in situ* y con la opinión de expertas, se observan los cambios de uso, en los alrededores de los parques que ya se pueden considerar como características de la gentrificación.

Tabla 53: Cambios en la caracterización del terreno residual, y en el perímetro del mismo

| Sitio residual / revitalizado | Competencia / Responsabilidad | Zonificación 2002 | Zonificación 2012 | Cambio en el uso de los suelos | Cambio total Uso de suelo |
|--|---|--|--|--------------------------------|---------------------------|
| Bordo Poniente ex Vaso Texcoco | Zona federal ANP, administrado por CONAGUA | Suelo de Conservación Zona federal | Suelo de Conservación Zona federal | 0 = ningún cambio | 0 = ningún cambio |
| Prados de la Montaña Santa Fe | Programa Parcial de la Zona de Santa Fe Programa Parcial de la Zona de Santa Fe | Área Verde | Rescate Ecológico | 1 = poco cambio | $\frac{1+2+1}{3} = 1.33$ |
| Alameda Poniente Santa Fe | | Equipa-miento Infraestructura y Área Verde | Espacio Abierto | 2 = cambio | |
| Terrenos perimetrales Alameda y Prados Santa Fe | | OC- Oficinas corporativas E / AV Barranca/ rústico | OC- Oficinas corporativas E / AV Habitacional | 1=poco cambio | |
| Parque Cuitláhuac Iztapalapa | Delegación Iztapalapa | Espacio Abierto | Espacio Abierto | 0 = ningún cambio | $\frac{0+2}{2} = 1$ |
| Terrenos perimetrales Parque Cuitláhuac Iztapalapa | | Centro de barrio Habitacional mixto y habitacional | Equipamiento Habitacional con comercio | 2=cambio | |
| Neza I Nezahualcóyotl | Administrado provisionalmente de un Patronato del Gobierno del Estado de México, UAEM, UTN, Univ. La Salle e Iniciativa | Antes zona federal concesionado con el municipio de Neza para campos deportivos y tiradero | E-RC: Recreación y Comercio E-EC: Educación -Cultura, E- C: Comercio IMN: Industria Media no contaminante | 3 = mucho cambio | $\frac{3+0}{2} = 1.5$ |

| Sitio residual / revitalizado | Competencia / Responsabilidad | Zonificación 2002 | Zonificación 2012 | Cambio en el uso de los suelos | Cambio total Uso de suelo |
|---|---|--|--|--------------------------------|---------------------------|
| | Privada y H. Ayuntamiento de Nezahualcóyotl | | (2004) | | $\frac{1+2}{2} = 1.5$ |
| Terrenos perimetrales Bordo de Xochiaca Nezahualcóyotl | | Equipamiento urbano (vivienda y comercios) | Equipamiento urbano (vivienda y comercios) | 0 = ningún cambio | |
| Parque Bicentenario Azcapotzalco* | Administrado de la Semarnat. | EA | E a partir de 2008 | 1 = poco cambio | |
| Terrenos perimetrales Parque Bicentenario | Delegaciones Azcapotzalco y Miguel Hidalgo | Industrial HC | Habitacional comercial CB | 2 = cambio | |

0 = ningún cambio / 1 = poco cambio / 2 = cambio / 3 = mucho cambio

Fuente: Elaboración propia

En el caso de Bordo Poniente, no existe un entorno urbano directo sino una gran área residual, rodeada de un área natural protegida, así que no se puede aplicar este índice (0 = ningún cambio).

En el área de Santa Fe se observa: Prados de la Montaña pasó de Área verde a Rescate Ecológico y Alameda Poniente cambió Equipamiento, Infraestructura y Área verde por Espacio Abierto. En los alrededores mantiene el uso de suelo de oficinas corporativas, y una zona que se mantenía sin definición (Tarango) ahora se identifica como Habitacional.

Para el Parque Cuitláhuac, en Iztapalapa, la definición del espacio intervenido se mantiene. Se cambia la nomenclatura de Centro de Barrio por Equipamiento urbano y el uso Habitacional Mixto se torna Habitacional Comercial.

En Nezahualcóyotl se definen nuevos usos de suelo para todo el espacio del proyecto Ciudad Jardín, pasan de terrenos para campos de juego a una zonificación que incluye recreación, cultura, comercio e industria ligera. Los alrededores ya estaban 100% urbanizados con vivienda y pequeños comercios y siguen obtener las mismas nomenclaturas especiales como los define el Plan de Desarrollo del municipio de Nezahualcóyotl.

Para el Parque Bicentenario en Azcapotzalco, se cambió la definición de Espacio Abierto a Equipamiento. En los alrededores, el cambio más significativo es que una zona definida como industria ligera ahora es considerada como zona Habitacional Comercial y un espacio anteriormente definido como habitacional comercial se identifica como Centro de Barrio.

12.6 Indicador 7: Fenómenos de Gentrificación

Grado de desalojo y sustitución de usos y usuarios residentes por nuevos usos y usuarios más sofisticados por medio de observaciones *in situ* y entrevistas con los vecinos.

Tabla 54: Fenómenos de Gentrificación

| Sitio residual / revitalizado | Observaciones Cambios en el uso de comercios y servicios | Observaciones Cambio de la informalidad a la formalidad | Observaciones Nuevos habitantes, clientes y usuarios | Indicador Gentrificación |
|--|---|---|--|--|
| Bordo Poniente ex Vaso Texcoco | 0 = no existente | 0 = no existente | 0 = no existente | 0 |
| Terrenos perimetrales Alameda y Prados Santa Fe | 30 ha de la Alameda ya fueron vendidos de Servimet y construidos con edificios habitacionales, una iglesia y el centro comercial y de oficinas Samara donde se excavó el subsuelo porque se encontraron Residuos Peligrosos. Así existe una “gentrificación” del terreno residual por presión inmobiliaria de la zona. 3 = frecuente | La Alameda se dedica a usos informales como corralón, estacionamientos, lavado de coche, etc. Existe una isla de informalidad en medio de una zona comercial la más valiosa de México. 2 = existente | Existe una gran discrepancia entre los usuarios de la Alameda que suben de los pueblos de Santa Fe y los usuarios de los suelos en alrededor. Más se observa el fenómeno de marginalización y exclusión. 1 = poco existente | $\frac{3 + 2 + 1}{3}$ =2 |
| Terrenos perimetrales Parque Cuitláhuac Iztapalapa | La zona en alrededor del parque se considera todavía como zona marginada e inseguro. 0 = no existente | Hay pocos señalamientos para llegar al parque, los tres accesos no cambiaron el alrededor. Se comenta que se percibe más limpia la zona en comparación con antes. 1 = poco existente | Siguen los mismos habitantes y usuarios en la zona en alrededor. 0 = no existente | $\frac{0 + 1 + 0}{3}$ =0.3 |
| Terrenos perimetrales Bordo de Xochiaca Nezahualcóyotl | Mientras a lado de Ciudad Jardín se instalaron empresas internacionales, sigue al otro lado de Bordo de Xochiaca el informalismo como antes de la construcción de Ciudad Jardín. No impacto en forma de un mejoramiento a su alrededor. 0 = no existente | Todo el alrededor de Ciudad Jardín sigue como zona desordenada, informal y como zona insegura. Cd Jardín no impacto a establecer más seguridad y formalidad en su alrededor. 0 = no existente | No hay cambios en alrededor, solo se instalaron nuevos propietarios foráneos en el centro comercial Ciudad Jardín. 0 = no existente | 0 |
| Terrenos perimetrales Parque Bicentenario | Cerca de la entrada principal al parque siguen los mismos puestos informales de alimentos en la calle y el centro comercial en frente. 0 = no existente | Se revisa estrictamente que no entren vendedores informales al parque. En la zona perimetral no se observan cambios hacia más formalidad. 0 = no existente | Vienen habitantes de otras delegaciones hasta internacionales para visitar el Parque. 1 = poco existente | $\frac{0 + 0 + 1}{3}$ =0.3 |

0 = no existente / 1 = poco existente / 2 = existente / 3 = frecuente

Fuente: Elaboración propia

12.7 Indicadores 8 y 9: Valor económico del suelo y Plusvalor

Para el Indicador Valor económico de Suelo y Plusvalor se investigan los valores catastrales y comerciales de suelos con usos habitacionales y no habitacionales en las diferentes zonas de estudio. Se aplican dos métodos para determinar el Plusvalor:

Método 1. Para Azcapotzalco, Iztapalapa y Santa Fe se buscan las informaciones en el catastro y publicaciones inmobiliarias que reporten los valores del suelo antes y después de la intervención, para identificar un posible aumento en el valor de los terrenos colindantes con los sitios revitalizados. El ejercicio se repite con terrenos elegidos al azar en el resto de la delegación. Al final, los resultados se comparan y de la diferencia entre ellos resulta el plusvalor económico del suelo, este se reporta en unidades de porcentaje (%).

Método 2. Para de Nezahualcóyotl, en donde la intervención consistió en transformar un suelo federal en zona comercial (principal objetivo de Ciudad Jardín), se emplean los valores presentados en la tesina “Especialización en Valuación Inmobiliaria: “Comportamiento en el mercado inmobiliario al cambiar el uso de suelo de tiradero a centro comercial en ciudad Nezahualcóyotl”, de 2008. En el caso de Santa Fe, se recurre a la Junta de Colonos para obtener los valores comerciales del suelo antes de la revitalización del espacio.

12.7.1 Valor catastral de suelos – Análisis en Iztapalapa y Azcapotzalco

Esta etapa se divide en 2 pasos:

- 1) Obtención de valor catastral de los predios. Para Azcapotzalco, Iztapalapa y Santa Fe, se elaboró un croquis con los predios ubicados en el perímetro del área revitalizada para solicitar las claves de manzana correspondientes en la oficina de catastro. En el caso de Neza no fue posible conseguir estos datos. Para Azcapotzalco, Iztapalapa y Santa Fe, se consultaron los valores históricos y actuales asignados por la Secretaría de Finanzas a las diferentes manzanas; los primeros directamente en la página de la Secretaría, en la sección “Valores Unitarios Tipo Área”. La información se organizó en tablas. En el caso de Santa Fe, los datos históricos son diferentes y están disponibles para 5 años (2008-20013). Además de consultar los “Valores Unitarios Tipo Área” se consultaron “Valores Unitarios Tipo Corredor”, debido a la vocación comercial de la zona. El procedimiento se repitió para obtener datos de diferentes puntos en la delegación seleccionados al azar para su posterior comparación con los datos obtenidos.

Tabla 55: Valores catastrales para Azcapotzalco

| VALORES CATASTRALES PERIMETRALES AL ÁREA INTERVENIDA EN AZCAPOTZALCO | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|------------|------------|----|-----|-----|-----|----------|------------|
| (\$/m ²) | | | | | | | | | | | |
| FI | Uso | Reg | Mz | 2002 | 2011 | FI | Uso | Reg | Mz | 2002 | 2011 |
| E | H | 44 | 33 | \$800.00 | \$2,057.15 | N | H | 50 | 223 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| E | H | 44 | 140 | \$800.00 | \$2,057.15 | N | H | 50 | 224 | \$600.00 | 1616.28 |
| E | H | 44 | 141 | \$800.00 | \$2,057.15 | N | H | 50 | 229 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| S | H | 32 | 4 | \$1,114.00 | \$2,669.86 | N | H | 50 | 230 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| S | H | 32 | 145 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 235 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| S | H | 32 | 190 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 236 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| S | H | 32 | 191 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 241 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| S | H | 32 | 192 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 581 | \$510.00 | \$1,264.71 |
| S | H | 32 | 193 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 582 | \$510.00 | \$1,264.71 |
| S | H | 32 | 197 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 929 | \$510.00 | \$1,264.71 |
| S | H | 32 | 198 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 930 | \$510.00 | \$1,264.71 |
| S | H | 32 | 207 | \$880.00 | \$2,328.86 | N | H | 50 | 987 | \$600.00 | \$1,317.89 |
| S | H | 32 | 226 | - | - | N | H | 50 | 988 | \$600.00 | \$1,317.89 |
| S | H | 32 | 289 | \$760.00 | \$1,557.40 | N | H | 50 | 989 | \$510.00 | \$1,264.71 |
| O | H | 32 | 231 | \$456.00 | \$989.89 | E | NH | 44 | 62 | \$800.00 | \$2,328.19 |

Revitalización de terrenos contaminados en espacios urbanos

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----|-----|----------|------------|-------------------|----|----|-----|------------|------------|
| O | H | 32 | 267 | \$456.00 | \$989.89 | E | NH | 44 | 139 | \$800.00 | \$2,057.15 |
| O | H | 32 | 273 | \$456.00 | \$909.09 | S | NH | 32 | 5 | \$760.00 | \$1,557.40 |
| O | H | 32 | 274 | \$456.00 | \$909.09 | N | NH | 50 | 174 | \$600.00 | \$1,317.89 |
| O | H | 32 | 321 | \$456.00 | \$989.89 | N | NH | 50 | 175 | \$600.00 | \$1,317.89 |
| O | H | 32 | 322 | \$456.00 | \$989.89 | N | NH | 50 | 196 | \$912.00 | \$1,760.86 |
| N | H | 50 | 180 | \$600.00 | - | N | NH | 50 | 216 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| N | H | 50 | 197 | \$600.00 | \$1,616.28 | N | NH | 50 | 549 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| N | H | 50 | 212 | \$600.00 | \$1,616.28 | N | NH | 50 | 573 | \$600.00 | \$1,616.28 |
| N | H | 50 | 215 | \$600.00 | \$1,616.28 | N | NH | 50 | 784 | - | - |
| Promedio H inicial | | | | \$636.76 | | Promedio H final | | | | \$1,514.70 | |
| Promedio NH inicial | | | | \$696.89 | | Promedio NH final | | | | \$1,687.58 | |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

Para distinguir entre los predios habitacionales y los no habitacionales, se consultó el Plano del Programa de Desarrollo Urbano de las delegaciones Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Iztapalapa y el P. Parcial D. U de Santa Fe.

Tabla 56: Valores catastrales de comparación para Azcapotzalco

| VALORES CATASTRALES DE COMPARACIÓN PARA LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO (\$/m ²) | | | | | |
|--|------------|---------------------|------------|------------|------------|
| Colonia | Uso | Región | Manzana | 2008 | 2013 |
| Aldana | H | 49 | 108 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Aldana | H | 49 | 121 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Aldana | H | 49 | 178 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Aldana | H | 49 | 250 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Porvenir | H | 49 | 112 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Porvenir | H | 49 | 151 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Porvenir | H | 49 | 116 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| Porvenir | H | 49 | 150 | \$1,206.41 | \$1,334.49 |
| San Francisco Xocotitla | NH | 49 | 463 | \$1,491.99 | \$1,650.40 |
| San Francisco Xocotitla | H | 49 | 214 | \$1,491.99 | \$1,650.40 |
| San Francisco Xocotitla | H | 49 | 219 | \$1,632.95 | \$1,806.33 |
| San Francisco Xocotitla | H | 49 | 460 | \$1,491.99 | \$1,650.40 |
| Unidad Habitacional "El Rosario" | NH | 50 | 741 | \$2,158.31 | \$2,387.46 |
| Unidad Habitacional "El Rosario" | H | 50 | 753 | \$2,158.31 | \$2,387.46 |
| Unidad Habitacional "El Rosario" | H | 50 | 771 | \$2,158.31 | \$2,387.46 |
| Unidad Habitacional "El Rosario" | H | 50 | 737 | \$2,158.31 | \$2,387.46 |
| Pueblo de San Andrés | NH | 44 | 713 | \$1,722.45 | \$1,905.33 |
| Pueblo de San Andrés | H | 44 | 717 | \$1,722.45 | \$1,905.33 |
| Pueblo de San Andrés | H | 44 | 527 | \$1,722.45 | \$1,905.33 |
| Pueblo de San Andrés | NH | 44 | 545 | \$1,722.45 | \$1,905.33 |
| Promedio H inicial | \$1,511.75 | Promedio H inicial | \$1,672.26 | | |
| Promedio NH inicial | \$1,773.80 | Promedio NH inicial | \$1,962.13 | | |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

Tabla 57: Valores catastrales para Iztapalapa

| VALORES CATASTRALES PERIMETRALES AL ÁREA INTERVENIDA EN IZTAPALAPA | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----------|------------|-------------------|-----|-----|-----|------------|------------|
| (\$/m ²) | | | | | | | | | | | |
| FI | Uso | Re | Mz | 2002 | 2011 | FI | Uso | Re | Mz | 2002 | 2011 |
| E | H | 65 | 199 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 4 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 65 | 239 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 5 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 65 | 240 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 6 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 65 | 267 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 7 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 65 | 269 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 8 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 65 | 292 | \$498.00 | \$883.55 | S | H | 65 | 9 | \$520.00 | \$969.21 |
| E | H | 165 | 330 | \$498.00 | \$969.21 | S | H | 65 | 10 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 179 | \$480.00 | \$1,225.66 | S | H | 65 | 11 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 180 | \$480.00 | \$1,225.66 | S | H | 65 | 12 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 191 | \$480.00 | \$1,225.66 | S | H | 65 | 13 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 232 | \$480.00 | \$1,225.66 | S | H | 65 | 14 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 268 | \$480.00 | \$1,225.66 | S | H | 165 | 59 | \$520.00 | \$969.21 |
| O | H | 165 | 269 | \$480.00 | \$1,225.66 | O | NH | 165 | 192 | \$480.00 | \$1,225.66 |
| S | H | 65 | 1 | \$520.00 | \$969.21 | S | NH | 65 | 2 | \$520.00 | \$969.21 |
| S | H | 65 | 3 | \$520.00 | \$969.21 | S | NH | 165 | 636 | \$520.00 | \$969.21 |
| Promedio H inicial | | | | \$505.41 | | Promedio H final | | | | \$1,007.16 | |
| Promedio NH inicial | | | | \$506.67 | | Promedio NH final | | | | \$1,054.69 | |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

Tabla 58: Valores catastrales de comparación para la delegación Iztapalapa

| VALORES CATASTRALES DE COMPARACIÓN PARA LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA | | | | | | |
|--|-----|--------|---------|------------|---------------------|------------|
| (\$/m ²) | | | | | | |
| Colonia | Uso | Región | Manzana | 2008 | 2013 | |
| San Andrés Tetepilco | NH | 42 | 157 | \$2,114.88 | \$2,339.42 | |
| San Andrés Tetepilco | H | 42 | 285 | \$2,114.88 | \$2,339.42 | |
| San Andrés Tetepilco | NH | 42 | 292 | \$2,114.88 | \$2,339.42 | |
| San Andrés Tetepilco | H | 42 | 322 | \$2,114.88 | \$2,339.42 | |
| El Retoño | H | 42 | 362 | \$2,064.74 | \$2,283.96 | |
| El Retoño | H | 42 | 280 | \$2,064.74 | \$2,283.96 | |
| El Retoño | H | 42 | 273 | \$2,064.74 | \$2,283.96 | |
| El Retoño | H | 42 | 307 | \$2,064.74 | \$2,283.96 | |
| López Portillo | H | 267 | 50 | \$1,178.50 | \$1,303.62 | |
| López Portillo | H | 267 | 64 | \$1,178.50 | \$1,303.62 | |
| López Portillo | NH | 267 | 81 | \$1,178.50 | \$1,303.62 | |
| López Portillo | H | 267 | 98 | \$1,178.50 | \$1,303.62 | |
| Valle San Lorenzo | H | 167 | 287 | \$961.09 | \$1,063.14 | |
| Valle San Lorenzo | H | 167 | 336 | \$961.09 | \$1,063.14 | |
| Valle San Lorenzo | H | 167 | 948 | \$961.09 | \$1,063.14 | |
| Valle San Lorenzo | H | 167 | 654 | \$1,178.50 | \$1,303.62 | |
| San Francisco Apolocalco | - | 365 | 275 | \$407.12 | \$450.35 | |
| San Francisco Apolocalco | - | 365 | 258 | \$407.12 | \$450.35 | |
| San Francisco Apolocalco | - | 365 | 264 | \$407.12 | \$450.35 | |
| San Francisco Apolocalco | - | 365 | 979 | \$407.12 | \$450.35 | |
| Promedio H inicial | | | | \$1,545.08 | Promedio H inicial | \$1,709.12 |
| Promedio NH inicial | | | | \$1,802.75 | Promedio NH inicial | \$1,994.15 |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

- 2) Cálculo del Plusvalor. Para calcular el resultado del Indicador 8 “Plusvalor Catastral”, se realizan los pasos correspondientes a *valores catastrales* del “Método de obtención del Plusvalor” detallado en el capítulo 11.4.3.3

Tabla 59: Valores catastrales para Santa Fe

| VALORES CATASTRALES PERIMETRALES AL ÁREA INTERVENIDA EN SANTA FE (\$/m ²) | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|------|------------|------------|-------------------|-----|-----|------|------------|------------|
| FI | Uso | Reg | Mzna | 2008 | 2013 | FI | Uso | Reg | Mzna | 2008 | 2013 |
| NE | - | 77 | 131 | \$8,566.50 | \$9,476.03 | SO | NH | 377 | 672 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| NO | - | 77 | 111 | \$8,566.50 | \$9,476.03 | NO | NH | 377 | 639 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| E | - | 376 | 923 | \$951.54 | \$1,052.68 | NO | NH | 77 | 129 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| E | - | 376 | 915 | - | - | NO | NH | 77 | 130 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| S | - | 376 | 919 | - | - | NO | NH | 77 | 163 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| NE | H | 377 | 645 | \$6,370.95 | \$7,047.37 | NE | NH | 377 | 668 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| E | H | 76 | 254 | \$6,370.95 | \$7,047.37 | E | NH | 76 | 236 | \$6,370.95 | \$7,047.37 |
| E | H | 76 | 245 | \$6,370.95 | \$7,047.37 | O | NH | 56 | 987 | \$7,511.12 | \$8,308.61 |
| S | H | 76 | 237 | - | - | O | NH | 56 | 973 | \$7,511.12 | \$8,308.61 |
| SE | NH | 377 | 644 | \$719.03 | \$795.37 | NO | NH | 56 | 964 | \$7,511.12 | \$8,308.61 |
| SO | NH | 377 | 647 | \$8,566.50 | \$9,476.03 | N | NH | 377 | 660 | \$8,566.50 | \$9,476.03 |
| SO | NH | 377 | 670 | \$8,566.50 | \$9,476.03 | | | | | | |
| Promedio H inicial | | | | \$6,370.95 | | Promedio H final | | | | \$7,047.37 | |
| Promedio NH inicial | | | | \$7,622.99 | | Promedio NH final | | | | \$8,432.35 | |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

Tabla 60: Valores catastrales de comparación para la delegación Álvaro Obregón

| VALORES CATASTRALES DE COMPARACIÓN PARA LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN (\$/m ²) | | | | | | |
|--|-----|--------|---------|------------|---------------------|------------|
| Colonia | Uso | Región | Manzana | 2008 | 2013 | |
| Tlacoyaque | H | 79 | 101 | \$749.09 | \$878.41 | |
| Tlacoyaque | H | 79 | 215 | \$749.09 | \$878.41 | |
| Tlacoyaque | H | 79 | 224 | \$749.09 | \$878.41 | |
| Tlacoyaque | H | 79 | 108 | \$749.09 | \$878.41 | |
| Tlacoyaque | H | 154 | 305 | \$1,066.87 | \$1,180.14 | |
| Alfonso XIII | NH | 436 | 590 | \$1,819.52 | \$2,012.71 | |
| Alfonso XIII | H | 436 | 146 | \$1,819.52 | \$2,012.71 | |
| Alfonso XIII | H | 436 | 97 | \$1,819.52 | \$2,012.71 | |
| Alfonso XIII | H | 436 | 165 | \$1,819.52 | \$2,012.71 | |
| Alfonso XIII | H | 436 | 128 | \$1,819.52 | \$2,012.71 | |
| José María Pino Suárez | H | 37 | 233 | \$1,691.17 | \$1,870.73 | |
| José María Pino Suárez | H | 37 | 273 | \$1,691.17 | \$1,870.73 | |
| José María Pino Suárez | H | 37 | 318 | \$1,386.57 | \$1,533.78 | |
| José María Pino Suárez | H | 37 | 327 | \$1,386.57 | \$1,533.78 | |
| José María Pino Suárez | NH | 37 | 137 | \$1,168.70 | \$1,292.78 | |
| Bellavista | H | 37 | 123 | \$1,386.57 | \$1,533.78 | |
| Bellavista | H | 37 | 250 | \$1,168.70 | \$1,292.78 | |
| Bellavista | NH | 37 | 141 | \$1,168.70 | \$1,292.78 | |
| Bellavista | H | 37 | 138 | \$1,168.70 | \$1,292.78 | |
| Bellavista | NH | 37 | 329 | \$1,386.57 | \$1,533.78 | |
| Promedio H inicial | | | | \$1,326.30 | Promedio H inicial | \$1,479.56 |
| Promedio NH inicial | | | | \$1,385.87 | Promedio NH inicial | \$1,533.01 |

Fuente: Elaboración propia, con valores de la Secretaría de Finanzas del DF

12.7.2 Valor comercial de suelos - Análisis en Azcapotzalco, Iztapalapa y Santa Fe

Esta etapa se divide igualmente en dos pasos:

- a) Obtención del valor comercial de los predios. Para obtener los valores actuales, se consultaron fuentes de internet con oferta de bienes raíces en las colonias aledañas al predio revitalizado; además de buscar predios en el resto de la delegación (cuando la información estuvo disponible), o consultar a expertos inmobiliarios sobre el valor aproximado del suelo en las delegaciones.

Tabla 61: Valores comerciales del suelo para Azcapotzalco

| VALORES COMERCIALES DEL SUELO PARA AZCAPOTZALCO (\$/m ²) | | | | | |
|---|-----|--------------|---------------------------------|-----|-------------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | | DE COMPARACIÓN EN LA DELEGACIÓN | | |
| INICIALES | | | | | |
| Fuente | Uso | Precio | Fuente | Uso | Precio |
| El Universal | H | \$ 3,800.00 | Asesor | H | \$ 2,000.00 |
| El Universal | H | \$ 1,400.00 | Asesor | NH | \$ 2,500.00 |
| El Universal | NH | \$ 2,600.00 | | | |
| Asesor | NH | \$ 3,200.00 | | | |
| Asesor | NH | \$ 3,900.00 | | | |
| Promedio habitacional | | \$ 2,600.00 | Promedio habitacional | | \$ 2,000.00 |
| Promedio no habitacional | | \$ 3,233.33 | Promedio no habitacional | | \$ 2,500.00 |
| FINALES | | | | | |
| Fuente | Uso | Precio | Fuente | Uso | Precio |
| Broan espacios | H | \$ 12,000.00 | Metros Cúbicos | H | \$ 4,897.00 |
| Century 21 HG Innova | H | \$ 7,638.89 | Lomelín | H | \$ 8,479.41 |
| Century 21 HG Innova | H | \$ 5,925.93 | Conziente | NH | \$ 6,800.00 |
| Tu Hogar | H | \$ 8,970.73 | Inmobiliaria México | NH | \$ 5,809.13 |
| Ziti Brokers | H | \$ 12,820.51 | Consultores Inmob. | NH | \$ 7,367.00 |
| DI México | H | \$ 7,004.00 | Remax | NH | \$ 7,336.00 |
| Efekto | H | \$ 9,090.91 | | | |
| DI México | H | \$ 8,928.57 | | | |
| SI Carteros | H | \$ 10,062.11 | | | |
| Finca Bienes Raíces | H | \$ 8,035.71 | | | |
| Quality Provel | NH | \$ 15,687.71 | | | |
| Remax | NH | \$ 3,777.78 | | | |
| Remax Plus | NH | \$ 13,132.30 | | | |
| Particular | NH | \$ 25,000.00 | | | |
| B.R. H.A.H.N. | NH | \$ 4,500.00 | | | |
| Revilla | NH | \$ 10,000.00 | | | |
| Particular | NH | \$ 7,909.03 | | | |
| Particular | NH | \$ 10,000.00 | | | |
| Promedio habitacional | | \$ 9,047.74 | Promedio habitacional | | \$ 6,688.21 |
| Promedio no habitacional | | \$ 11,250.85 | Promedio no habitacional | | \$ 6,828.03 |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

Los valores previos a la ejecución de la intervención, se consiguieron en la “Hemeroteca Nacional de México”, consultando la sección de Bienes Raíces en los diarios “El Universal” y “El Herald de México”, para el primer cuatrimestre del año 2002⁶⁸. La información, se organizó en la siguiente tabla:

⁶⁸ Meses de enero, febrero, marzo y abril.

Tabla 62: Valores comerciales del suelo para Iztapalapa

| VALORES COMERCIALES DEL SUELO PARA IZTAPALAPA (\$/m ²) | | | | | |
|---|-----|-------------|---------------------------------|-----|-------------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | | DE COMPARACIÓN EN LA DELEGACIÓN | | |
| INICIALES | | | | | |
| Fuente | Uso | Precio | Fuente | Uso | Precio |
| El Universal | H | \$ 874.92 | El Universal | H | \$ 1,000.00 |
| El Universal | H | \$ 1,625.00 | El Universal | H | \$ 1,200.00 |
| El Universal | H | \$ 900.00 | El Universal | NH | \$ 2,000.00 |
| Asesor | NH | \$ 2,300.00 | El Universal | NH | \$ 2,917.00 |
| Promedio habitacional | | \$ 1,133.31 | Promedio habitacional | | \$ 1,100.00 |
| Promedio no habitacional | | \$ 2,300.00 | Promedio no habitacional | | \$ 2,458.50 |
| FINALES | | | | | |
| Fuente | Uso | Precio | Fuente | Uso | Precio |
| Century 21 Amici | H | \$ 2,798.51 | Haro Bienes Raíces | H | \$ 3,000.00 |
| Century 21 Promozur | H | \$ 4,065.93 | Inmo México | H | \$ 3,885.80 |
| Century 21 Promozur | H | \$ 3,858.00 | Zona Prop | NH | \$ 6,549.90 |
| Anuncio Particular | H | \$ 3,500.00 | Zona Prop | NH | \$ 4,308.75 |
| Inmo México | H | \$ 6,101.44 | Trovit | NH | \$ 3,800.00 |
| Anuncio Particular | H | \$ 2,777.78 | Anuncio Particular | NH | \$ 5,200.00 |
| Anuncio Particular | H | \$ 4,609.59 | Zona Prop | NH | \$ 8,500.00 |
| Trovit | NH | \$ 4,519.23 | | | |
| Anuncio Particular | NH | \$ 7,500.00 | | | |
| Zona Prop | NH | \$ 4,423.08 | | | |
| Trovit | NH | \$ 3,035.69 | | | |
| Zona Prop | NH | \$ 9,750.00 | | | |
| Promedio habitacional | | \$ 3,958.75 | Promedio habitacional | | \$ 3,442.90 |
| Promedio no habitacional | | \$ 5,845.60 | Promedio no habitacional | | \$ 5,671.73 |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

En este caso, la identificación del tipo de uso “habitacional” o “no habitacional”, se basó en la información de uso de suelo proporcionada por los anunciantes.

Tabla 63: Valores comerciales del suelo para comparación en Álvaro Obregón

| VALORES COMERCIALES DEL SUELO PARA COMPARACIÓN EN ÁLVARO OBREGÓN (\$/m ²) | | |
|--|-----|--------------|
| INICIALES | | |
| Fuente | Uso | Precio |
| El Heraldo | H | \$ 2,095.00 |
| El Heraldo | H | \$ 2,857.00 |
| El Heraldo | H | \$ 1,763.00 |
| El Universal | H | \$ 3,848.00 |
| El Universal | H | \$ 2,640.75 |
| El Universal | NH | \$ 6,500.00 |
| Promedio habitacional | | \$ 2,640.75 |
| Promedio no habitacional | | \$ 6,500.00 |
| FINALES | | |
| Fuente | Uso | Precio |
| Zona Prop | H | \$ 7,446.00 |
| Trovit | H | \$ 12,187.00 |
| Trovit | H | \$ 13,131.00 |
| Zona Prop | H | \$ 20,973.00 |
| Zona Prop | NH | \$ 11,500.00 |
| Zona Prop | NH | \$ 14,300.00 |
| Metros Cúbicos | NH | \$ 9,142.00 |
| Metros Cúbicos | NH | \$ 6,375.00 |
| Promedio habitacional | | \$ 13,434.25 |
| Promedio no habitacional | | \$ 10,329.25 |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

- 2) Cálculo del Plusvalor. Para calcular el resultado del Indicador 9 “Plusvalor Comercial”, se realizan los pasos correspondientes a *valores catastrales* del “Método de obtención del Plusvalor” detallado en el capítulo 11.4.3.3

12.7.3 Valor económico del suelo y Plusvalor para Azcapotzalco

En cuanto al valor catastral en Azcapotzalco, se identifica que alrededor de la zona revitalizada el valor del suelo aumentó en 240%, contra un 232% en la delegación, lo que se traduce en que la revitalización de la Refinería y su transformación en Parque Bicentenario, dejaron un PLUSVALOR REAL del suelo de un 8% (sobre el de la delegación) para la comunidad inmediata.

Tabla 64: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Bicentenario
CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA EL ÁREA PERIMETRAL AL PARQUE BICENTENARIO (AZCAPOTZALCO)

| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
|---------------|---------------------|------------|-------------|--|
| Come Catas | (a) Habitacional | \$636.76 | \$1,514.70 | 238% |
| | (b) No habitacional | \$696.89 | \$1,687.58 | 242% |
| Come | (c) Habitacional | \$2,600.00 | \$9,047.74 | 348% |
| | (d) No habitacional | \$3,233.33 | \$11,250.85 | 348% |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

Tabla 65: Cálculo de plusvalor para la delegación Azcapotzalco

CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO

| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
|---------------|---------------------|------------|------------|--|
| Come Catas | (a) Habitacional | \$1,511.75 | \$1,672.26 | 222% |
| | (b) No habitacional | \$1,773.80 | \$1,962.13 | 242% |
| Come | (c) Habitacional | \$2,000.00 | \$6,688.21 | 334% |
| | (d) No habitacional | \$2,500.00 | \$6828.03 | 273% |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

Tabla 66: Cálculo del plusvalor real para el área perimetral al Parque Bicentenario, Azcapotzalco

CÁLCULO DEL PLUSVALOR REAL PARA EL PARQUE BICENTENARIO

| | Inmueble | Delegación | Perímetro | Plusvalor Real* $P_{real} = P_{peri} - P_{del}$ |
|-----------|----------------------|---|-----------|--|
| Catastral | (I) Habitacional | 222% | 238% | 16% |
| | (II) No-habitacional | 242% | 242% | 0% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Catastral Real = 8%</i> | | |
| Comercial | (III) Habitacional | 334% | 348% | 14% |
| | (IV) No-habitacional | 273% | 348% | 75% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Comercial Real = 44.5%</i> | | |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

Tabla 67: Cálculo del plusvalor real para el área perimetral al Parque Bicentenario, Azcapotzalco

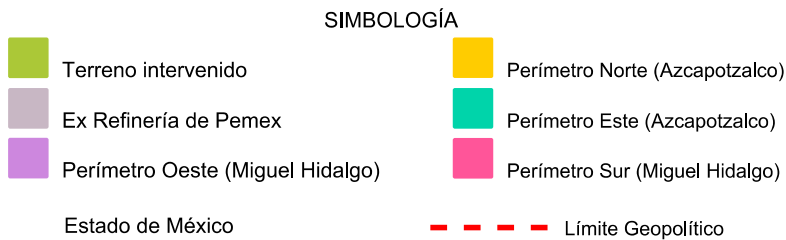
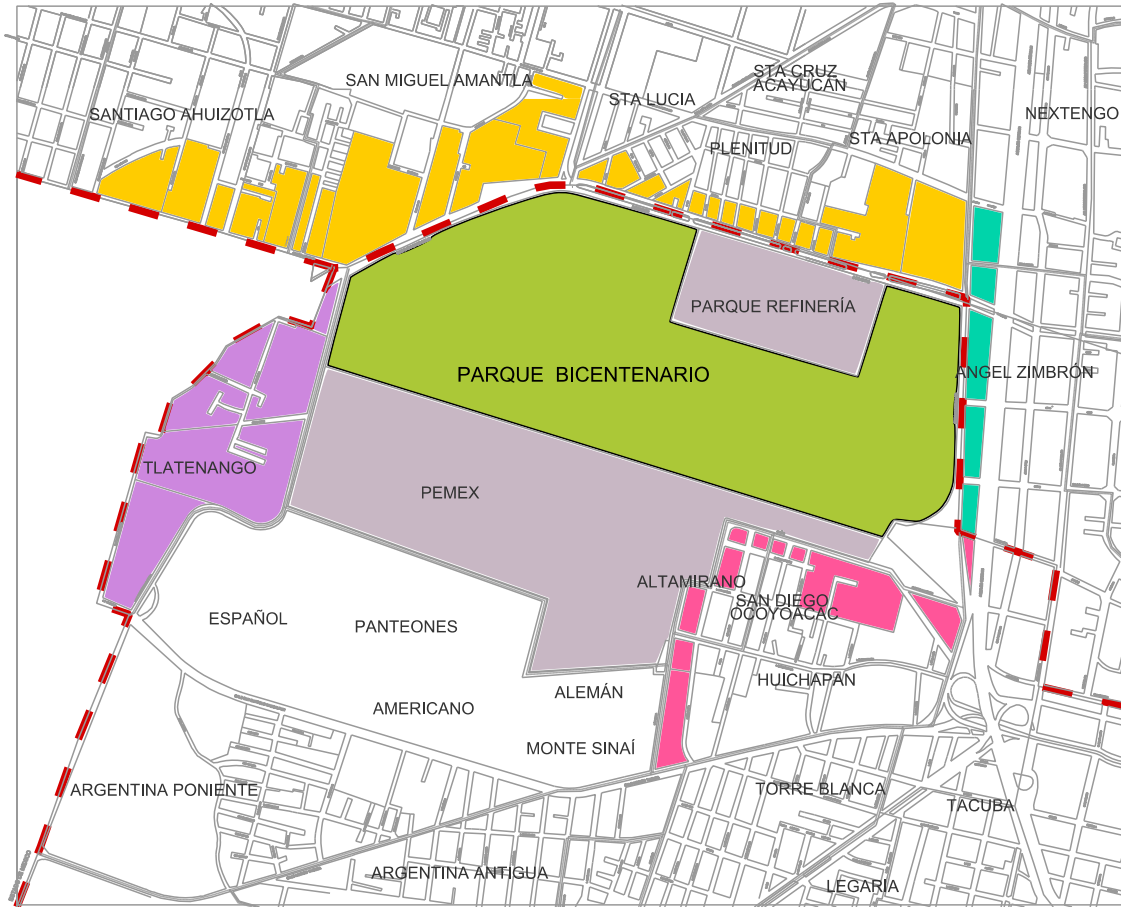
| RESUMEN DE CÁLCULO DEL PLUSVALOR CATASTRAL PARA AZCAPOTZALCO | | | |
|--|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 238% | Habitacional | 222% |
| No habitacional | 242% | No habitacional | 242% |
| Catastral | 240% | Catastral | 232% |

| PLUSVALOR CATASTRAL PARA AZCAPOTZALCO | |
|---------------------------------------|-----|
| Habitacional Real | 16% |
| No Habitacional Real | 0% |
| PLUSVALOR CATASTRAL | 8% |

Fuente: Elaboración propia, con valores de agencias inmobiliarias

Los suelos no habitacionales no aumentaron su valor con respecto al resto de la delegación, en este sentido el plusvalor es el mismo en todas las zonas estudiadas. El mayor beneficio se obtiene para los terrenos con vocación Habitacional, que vieron aumentado su valor catastral en 16% más que el resto de la delegación.

Figura 39: Área de investigación del valor económico del suelo en Azcapotzalco



Fuente: Elaboración propia

En lo referente al valor comercial del suelo, el beneficio es más contundente, con un promedio de 44%. En los terrenos de vocación No Habitacional, este se refleja con un aumento neto del 75% sobre el valor general de la delegación. En el caso del valor del suelo Habitacional este aumento es del 14%, ligeramente menor al crecimiento del valor catastral, pero igualmente significativo.

Tabla 68: Plusvalor comercial para Azcapotzalco

| RESUMEN DE CÁLCULO DEL PLUSVALOR COMERCIAL PARA AZCAPOTZALCO | | | |
|--|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 348% | Habitacional | 334% |
| No habitacional | 348% | No habitacional | 273% |
| Comercial | 348% | Comercial | 304% |
| PLUSVALOR COMERCIAL PARA AZCAPOTZALCO | | | |
| Habitacional Real | | 14% | |
| No Habitacional Real | | 75% | |
| PLUSVALOR COMERCIAL | | 44% | |

Fuente: Elaboración propia

Por lo anterior, se concluye que en el caso de Parque Bicentenario, la revitalización del terreno sí ha tenido un impacto económico positivo en la comunidad al aumentar el valor del suelo en un 8% catastral y un 44% comercial con respecto al resto de la delegación. Si promediáramos ambos valores, se diría que el plusvalor total de la zona es de **26%**, es decir, aumento en poco más de una cuarta parte su valor.

12.7.4 Valor económico del suelo y Plusvalor para Iztapalapa

En el tema de plusvalor catastral, Iztapalapa no se ve beneficiada como Azcapotzalco, al contrario, el valor catastral de la zona no ha crecido y es 18% menor con respecto al resto de la delegación. El suelo más afectado es el Habitacional, cuyo valor es 23% menor al del resto de la delegación. El valor del suelo No Habitacional es 14% menor.

Este plusvalor negativo, podría deberse a que —hasta la fecha— la zona que rodea al Parque Cuitláhuac presenta un alto índice de marginación, lo que representa una desventaja (para más información al respecto véase el Capítulo 9. Iztapalapa. Se suma a lo anterior que la revitalización sobre el terreno es reciente (fue abierto al público apenas en 2012), por lo que aún no ha pasado tiempo suficiente para poder observar impactos positivos en los valores del suelo a nivel catastral o en el grueso de la comunidad.

Tabla 69: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA EL ÁREA PERIMETRAL AL PARQUE CUITLÁHUAC (IZTAPALAPA) | | | | |
|---|---------------------|------------|------------|--|
| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
| Come Catas | (a) Habitacional | \$505.41 | \$1,007.16 | 199% |
| | (b) No habitacional | \$506.67 | \$1,054.69 | 208% |
| Come | (c) Habitacional | \$1,133.31 | \$9,958.75 | 349% |
| | (d) No habitacional | \$2,300.00 | \$5,845.60 | 254% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA | | | | |
|---|---------------------|------------|------------|--|
| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
| Come Catas | (a) Habitacional | \$1,545.08 | \$1,709.12 | 222% |
| | (b) No habitacional | \$1,802.75 | \$1,994.15 | 222% |
| | (c) Habitacional | \$1,100.00 | \$3,442.90 | 313% |
| | (d) No habitacional | \$2,458.50 | \$5,671.73 | 231% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Cálculo del plusvalor real para el área perimetral al Parque Cuitláhuac, Iztapalapa

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR REAL PARA EL PARQUE CUITLÁHUAC | | | | |
|--|----------------------|---|-----------|--|
| | Inmueble | Delegación | Perímetro | Plusvalor Real* $P_{real} = P_{peri} - P_{del}$ |
| Catastral | (I) Habitacional | 222% | 199% | -23% |
| | (II) No-habitacional | 222% | 208% | -14% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Catastral Real = -18 %</i> | | |
| Comercial | (III) Habitacional | 313% | 349% | 36% |
| | (IV) No-habitacional | 231% | 254% | 23% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Comercial Real = -30 %</i> | | |

Fuente: Elaboración propia

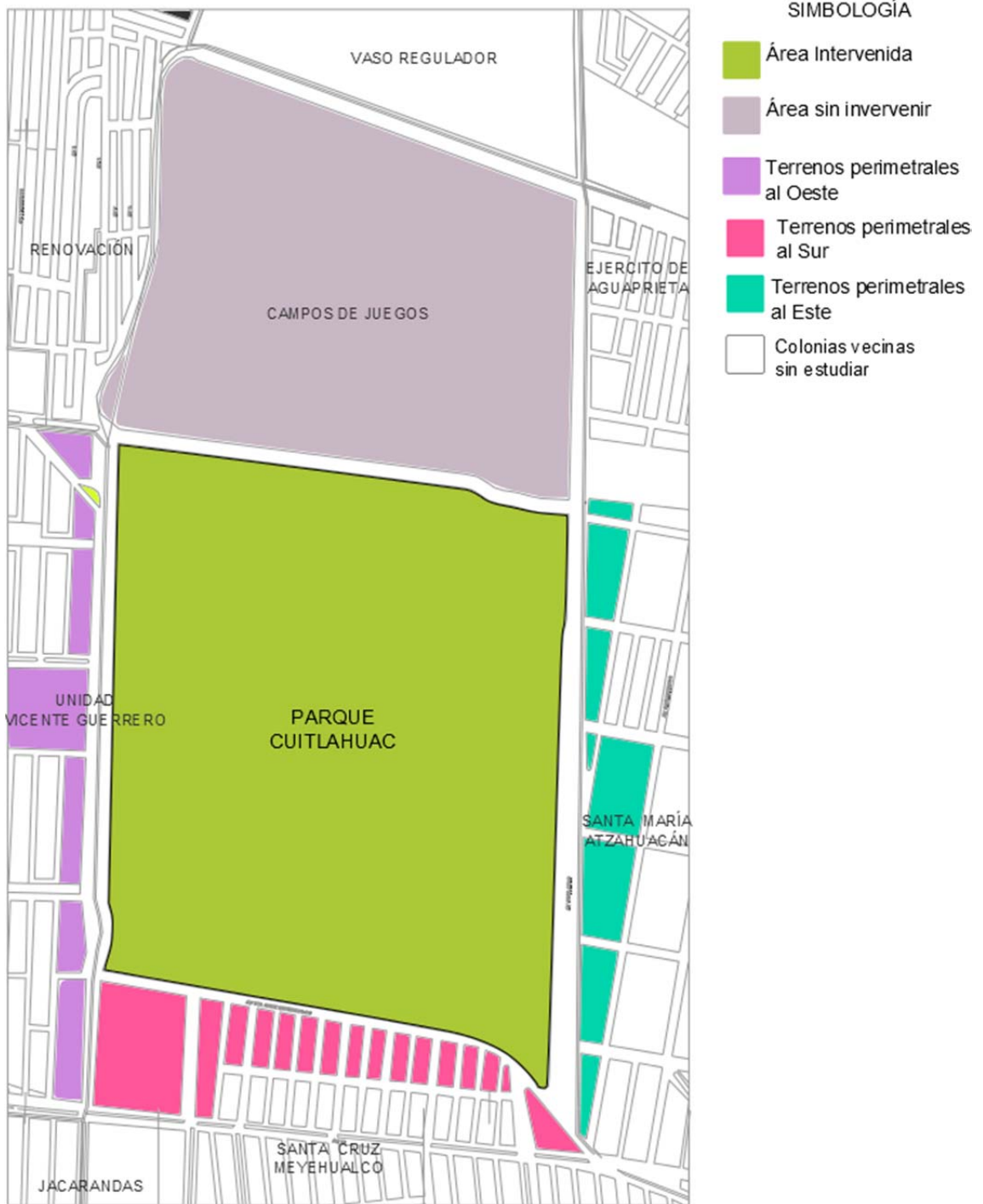
Tabla 72: Plusvalor catastral para Iztapalapa

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR CATASTRAL PARA IZTAPALAPA | | | |
|---|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 199% | Habitacional | 222% |
| No habitacional | 208% | No habitacional | 222% |
| Catastral | 204% | Catastral | 222% |

| PLUSVALOR CATASTRAL PARA IZTAPALAPA | |
|-------------------------------------|------|
| Habitacional Real | -23% |
| No Habitacional Real | -14% |
| PLUSVALOR CATASTRAL | -18% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Área de investigación del valor económico del suelo en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 73: Plusvalor comercial para Iztapalapa

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR COMERCIAL PARA IZTAPALAPA | | | |
|---|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 349% | Habitacional | 313% |
| No habitacional | 254% | No habitacional | 231% |
| Comercial | 302% | Comercial | 272% |

| PLUSVALOR COMERCIAL PARA IZTAPALAPA | |
|-------------------------------------|-----|
| Habitacional Real | 36% |
| No Habitacional Real | 23% |
| PLUSVALOR COMERCIAL | 30% |

Fuente: Elaboración propia

A diferencia del valor catastral, el valor comercial del suelo sí ha crecido 30% más que en el resto de la delegación. El mayor beneficio lo presentan los suelos habitacionales, cuyo valor creció en un 36%, mientras que los suelos No Habitacionales presentan un plusvalor del 23%.

A pesar de promediar un poco alentador **6% de plusvalor real total**, la remediación del terreno residual en lo que hoy es el Parque Cuitláhuac comienza a presentar un aumento en el valor comercial del suelo, lo que beneficia a la comunidad y promueve el desarrollo de un nuevo mercado inmobiliario en la zona.

12.7.5 Valor económico del suelo y Plusvalor para Santa Fe

En el caso de Santa Fe, los datos muestran que, tanto en la zona intervenida como en la delegación a la que pertenece, el valor catastral del suelo —tanto habitacional como no habitacional— presenta un crecimiento proporcional del 111%, por lo que el plusvalor debido a la intervención de la zona es de 0%.

Tabla 74: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA EL ÁREA PERIMETRAL AL PARQUE CUITLÁHUAC (IZTAPALAPA) | | | | |
|---|---------------------|------------|------------|--|
| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
| Catas | (a) Habitacional | \$6,370.95 | \$7,407.37 | 111% |
| | (b) No habitacional | \$7,622.99 | \$8,432.35 | 111% |
| Come | (c) Habitacional | - | - | 277% |
| | (d) No habitacional | - | - | 277% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75: Cálculo de plusvalor para la delegación Iztapalapa

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR PARA LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA | | | | |
|---|---------------------|------------|-------------|--|
| | Inmueble | Inicial | Final | Plusvalor $P = \frac{\bar{x}_{final}}{\bar{x}_{inicial}} \cdot 100$ |
| Catas | (a) Habitacional | \$1,326.30 | \$1,479.56 | 111% |
| | (b) No habitacional | \$1,385.87 | \$1,533.01 | 111% |
| Come | (c) Habitacional | \$2,640.75 | \$13,434.25 | 509% |
| | (d) No habitacional | \$6,500.00 | \$10,329.25 | 159% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76: Cálculo del plusvalor real para el área perimetral al Parque Cuitláhuac, Iztapalapa

| CÁLCULO DEL PLUSVALOR REAL PARA EL PARQUE CUITLÁHUAC | | | | |
|--|----------------------|--|-----------|--|
| | Inmueble | Delegación | Perímetro | Plusvalor Real* $P_{real} = P_{peri} - P_{del}$ |
| Catastral | (I) Habitacional | 111% | 111% | 0% |
| | (II) No-habitacional | 111% | 111% | 0% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Catastral Real =</i> | | |
| Comercial | (III) Habitacional | 509% | 277% | -232% |
| | (IV) No-habitacional | 159% | 277% | 118% |
| | Total | <i>PLUSVALOR Comercial Real = -57%</i> | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77: Plusvalor catastral y comercial para Santa Fe

| RESUMEN DE CÁLCULO DEL PLUSVALOR CATASTRAL PARA SANTA FE | | | |
|--|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 111% | Habitacional | 111% |
| No habitacional | 111% | No habitacional | 111% |
| Comercial | 111% | Comercial | 111% |

| PLUSVALOR CATASTRAL PARA SANTA FE | |
|-----------------------------------|-----------|
| Habitacional Real | 0% |
| No Habitacional Real | 0% |
| PLUSVALOR COMERCIAL | 0% |

| RESUMEN DE CÁLCULO DE PLUSVALOR COMERCIAL PARA SANTA FE | | | |
|---|------|------------------------|------|
| PERIMETRAL A LA INTERVENCIÓN | | RESTO DE LA DELEGACIÓN | |
| Habitacional | 277% | Habitacional | 509% |
| No habitacional | 277% | No habitacional | 159% |
| Comercial | 277% | Comercial | 334% |

| PLUSVALOR COMERCIAL PARA SANTA FE | |
|-----------------------------------|-------------|
| Habitacional Real | -232 |
| No Habitacional Real | 118 |
| PLUSVALOR COMERCIAL | -57% |

Fuente: Elaboración propia

En el caso del valor comercial habitacional del suelo en alrededor de los sitios residuales, se tiene que este ha crecido -232% que en el resto de la zona de Santa Fe. En cambio, el valor comercial del suelo no habitacional presenta un crecimiento creció 159% más que en el resto de la delegación. El plusvalor real del suelo es negativo, ya que tiene un crecimiento 57% menor que en el resto de la delegación.

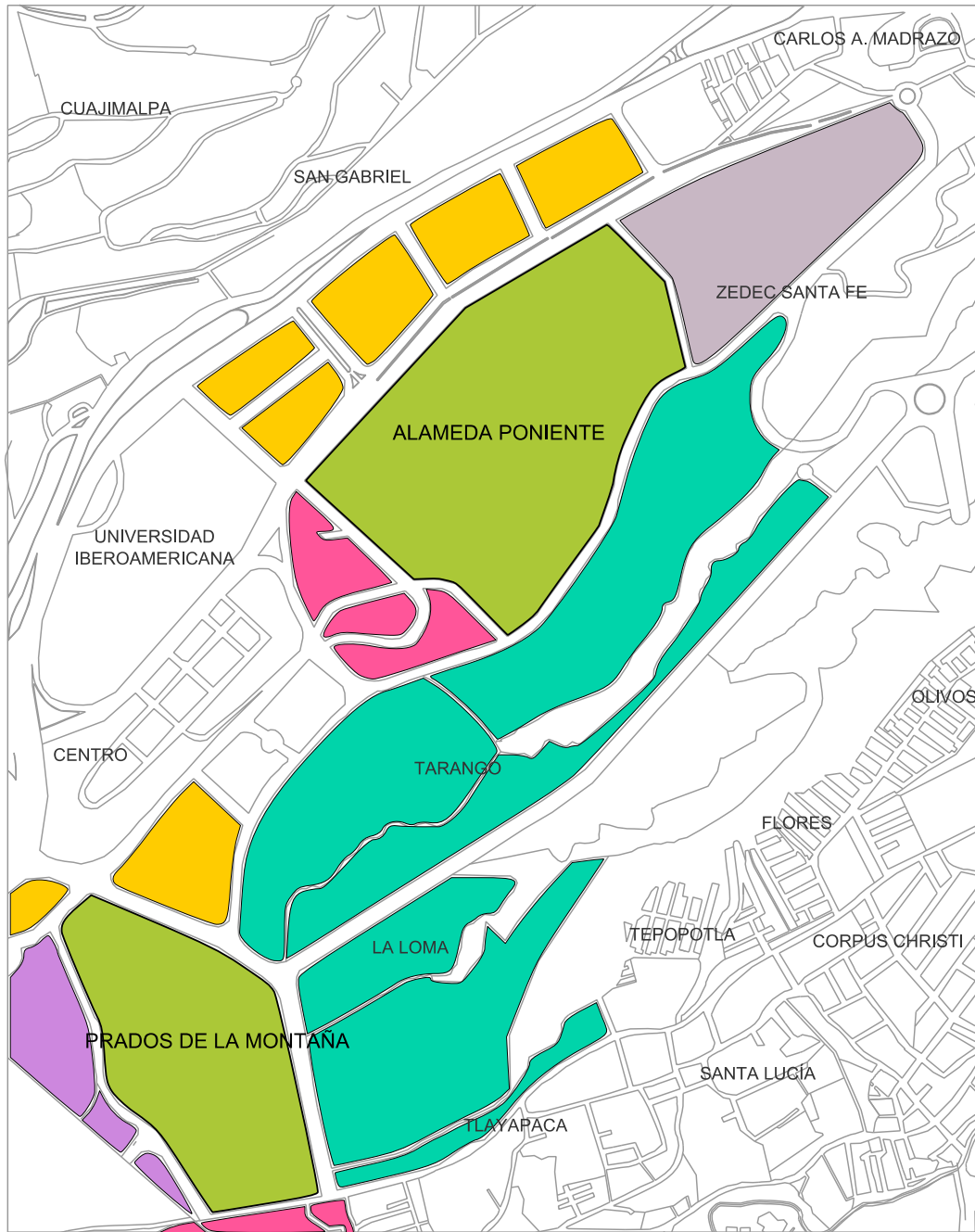
Los valores negativos pueden deberse a que el terreno no tiene la misma calidad que los alrededores; su carácter informal inclusive resta armonía la periferia, pues su aspecto

contrasta negativamente con el estilo glamoroso que se promueve en la zona de Santa Fe. El resultado del Indicador del Plusvalor coincide con el Indicador de Gentrificación, donde se observó que el terreno revitalizado no impacta a su entorno, sino al contrario, el entorno podría devorar el terreno baldío, que tiene menor valor comercial que el resto de los terrenos en Santa Fe.







Ejemplo: Precios de Venta en Prados de la Montaña y Santa Fe

En Santa Fe, el suelo habitacional para construcciones residenciales se vende entre \$10,000 y \$12,000 por m². Los suelos para uso comercial se negocian en dólares y los precios van de 1,500 hasta 2,000 USD/m². En un estudio de mercado realizado por la consultoría "Desarrollo de Negocios FY & HP (por encargo confidencial de la Dirección de Patrimonio Inmobiliario el Gobierno del DF en 2009), se estima el precio de venta actual de Prados de la Montaña en 720 USD/m². Según el estudio este precio se elevaría hasta aproximadamente 2,000 dólares por metro cuadrado en tres años, una vez saneado y con un nuevo uso de suelo. De esta forma se puede reportar un plusvalor de 277%.

Figura 41: Área de investigación del valor económico del suelo en Santa Fe



SIMBOLOGÍA

- | | |
|--|--|
|  Terreno intervenido |  Perímetro Norte |
|  Polígono de acción uso no definido |  Perímetro Este |
|  Perímetro Oeste |  Perímetro Sur |

Fuente: Elaboración propia

12.7.6 Plusvalor para Nezahualcóyotl

En el caso de Nezahualcóyotl se refiere a de una tesina “Especialización en Valuación Inmobiliaria: “Comportamiento en el mercado inmobiliario al cambiar el uso de suelo de tiradero a centro comercial en ciudad Nezahualcóyotl”, de 2008. Primero se determinó del precio del terreno de Ciudad Jardín que se vendió en 250 Mdp. del Gobierno del Estado de México a la empresa Guaché (de Carlos Slim), lo que refiere 227 \$/m². El terreno de 110 ha totales se saneo en 350 MPD (se invirtieron los 250 MPD de la venta más 100 Mdp. que pago el municipio de Nezahualcóyotl) así que el precio del terreno aumento a 318 \$/m². Para los 43 ha del centro comercial se reporta un valor de 136.8 Mdp..

Para obtener el valor de terreno se realizó un análisis simple de casas en oferta, debido a que no existen lotes baldíos en la zona habitacional y 100 % urbanizada de Nezahualcóyotl. Se determinó con seis comparables que el valor de construcción por m² representa el 75% del valor por m² del precio de venta de la casa. En una etapa posterior, se compara el valor de reposición nuevo (V.R.N.) y el valor de nuevo de reposición (V.N.R.) Con estos valore se ajustó la oferta de los comparables y el valor de construcción y se defino el valor por m²de terreno. El procedimiento concluye con una homologación del terreno moda de la zona, para conocer el valor de m² del terreno moda de la zona de estudio.

El trabajo consultado, averigua que el valor del terreno en el año 2008, justo después del saneamiento era de 318 \$/m² y que en 2009 su valor fiscal había ascendido hasta 1,178 \$/m² y su valor de mercado 1500 \$/m². De esta forma se concluye que el valor comercial del suelo aumentó a un 300%. Cabe señalar que la fuente consultada no distingue entre las colonias perimetrales a la intervención del terreno y las que forman parte del resto del municipio, por lo que no es posible obtener el plusvalor real de la intervención en esta área de acción, sin embargo, se considera en este estudio por la importancia del crecimiento del valor del suelo en un tiempo tan breve.

Tabla 78 Resumen: Índice Gestión y Valor de Suelo

| Sitios revitalizado y zona perimetral / Delegación | Indicador 6 Cambio de Usos de suelo residual y perimetrales Factor 0 a 3 | Indicador 7 Gentrificación Factor 0 a 3 | Indicador 8 Plusvalor catastral del suelo | Indicador 9 Plusvalor comercial del suelo |
|--|--|---|--|--|
| Bordo Poniente Zona federal ex vaso de Texcoco | 0 | 0 | 0% | 0% |
| Ciudad Jardín/ Nezahualcóyotl | 0 | 0 | N.D. (zona federal) | 300% |
| Parque Bicentenario Azcapotzalco | $\frac{1+2}{2} = 1.5$ | $\frac{0+0+1}{3} = 0.3$ | 8% | 44% |
| Parque Cuitláhuac Iztapalapa | $\frac{0+2}{2} = 1$ | $\frac{0+1+0}{3} = 0.3$ | -18% | 30% |
| Prados de la Montaña / Alameda Poniente Santa Fe | $\frac{1+2+1}{3} = 1.33$ | $\frac{3+2+1}{3} = 2$ | 0% | -57% |

Fuente: Elaboración propia

12.8 Comparación con el Índice ambiental-urbano

Durante el periodo del 22 de marzo al 14 de abril 2013, se realizaron un total de 29 entrevistas, con un mismo cuestionario para los cuatro sitios revitalizados: Parque Bicentenario Azcapotzalco, Parque Cuitláhuac Iztapalapa, Campos Deportivos Ciudad Jardín / Nezahualcóyotl y Alameda Poniente / Santa Fe.

En cuando no haya acceso áreas verdes, no se pueda aplicar el Índice ambiental-urbano. Así se excluyen desde inicio por no accesibilidad Bordo Poniente y la Prados de la Montaña, aunque en el Plan de Desarrollo de Santa Fe se mencione Prados de la Montaña como parque. Otros temas por analizar son el equipamiento y la funcionalidad del área verde, y en general, su aceptación por parte de la población.

Durante el periodo del 22 de marzo al 14 de abril 2013, se realizaron un total de 33 cuestionarios contestados con un total de 55 participantes con un mismo cuestionario para los cuatro sitios revitalizados: Parque Bicentenario Azcapotzalco, Parque Cuitláhuac Iztapalapa, Campos Deportivos Ciudad Jardín / Nezahualcóyotl y Alameda Poniente / Santa Fe.

En cuando no haya acceso áreas verdes, no se pueda aplicar el Índice social-urbano. Así se excluyen desde inicio por no accesibilidad Bordo Poniente y la Prados de la Montaña, aunque en el Plan de Desarrollo de Santa Fe se mencione Prados y como parque. Otros temas por analizar son el equipamiento y la funcionalidad de la área verde y en general su aceptación por parte de la población.

12.8.1 Resultado Parque Bicentenario, Azcapotzalco

Se realizó un total de 12 entrevistas, a diferentes sectores de la población, es decir adolescentes, padres de familia con niños, abuelos con nietos y familias completas.

12 cuestionarios contestados
 18 entrevistados participantes
 Género: 9 Femenino/9 Masculino
 Edad promedio: 13 - 57 años
 Lugar de residencia: 15 personas de Azcapotzalco / 3 personas de otras zonas.

Resumen Accesibilidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Accesibilidad eran el acceso al parque y el acceso en el parque en diferentes formas de movilidad (peatonal, bicicleta, coche, transporte público) y para discapacitados. Otro tema era la comodidad y la seguridad que sienten los usuarios en el acceso al parque.

| Muy bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 79% | 17% | 4% | 0% |

- La mayoría de los usuarios reportan una muy buena accesibilidad (79%) al parque Bicentenario. Los usuarios llegan al parque en transporte público y peatonalmente, siendo la bicicleta y el automóvil los menos usados, debido a que es peligroso y caro en sus respectivos modalidades. La movilidad dentro del parque se reporta que es fácil y seguro andar a pie y en bicicleta mientras que tanto en sillas de ruedas o muletas se indica que es fácil y seguro.
- El acceso al parque es gratis y no restringido. Se abre de las 6: 00 a 19: 00 h todos los días del año.
- La frecuencia de visita al parque Bicentenario, los entrevistados mencionan que por lo menos una vez al mes asiste al parque y como mínimo al menos una vez por semana.
- Los fines de semana el parque está lleno, igual que el estacionamiento que cuenta con dos entradas diferentes.
- Se reporta un tiempo estimado 15 y 45 minutos de los usuarios entrevistados, dependiendo del tipo de movilidad y del trayecto desde su casa hasta llegar al parque. Se puede llegar muy fácil en transporte público (microbuses, metro) directamente hasta la entrada principal, o en automóvil propio ya que cuenta con tres estacionamientos grandes y sin costo alguno.
- Seguridad e informalidad: La gente tiene la percepción de estar muy seguro dentro del parque. Se aprecia la seguridad, higiene, los servicios gratis.
- Para comer se puede llevar el propio picnic a la zona de comida y sólo se puede llevar platos y vasos desechables, nada de vidrio. No se puede fumar en todo el parque.
- Se cambió mucho para las familias de Azcapotzalco, antes no existía ofertas de este tipo en Azcapotzalco, se creó un punto de reunión para familias.

Resumen Funcionalidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Funcionalidad eran: Mantenimiento general del parque, higiene de los espacios, pavimentaciones, alumbrado, señalamientos y seguridad dentro del parque.

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
| 59% | 38% | 3% | 0% |

- En general la funcionalidad del parque resulta en las encuestas muy buena (59%) y buena (38%).
- Se destacan la seguridad dentro del parque, la higiene de los espacios, los pavimentos peatonales y el mantenimiento en general.
- Los servicios que se perciben como regulares es el de alumbrado público y los señalamientos indicando que no es fácil ubicarse en las instalaciones. Se destaca que el alumbrado es que energía solar.
- En general la mayoría de las áreas del parque están consideradas de muy buena calidad, principalmente el arbolado, la vegetación, las áreas deportivas, con una buena calidad se reconocen las áreas verdes recreativas, plazuelas, bancas, espacios con agua, sin embargo, lo que sí es de muy mala calidad son los espacios de convivencia a la sombra.

Resumen Equipamiento

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Equipamiento eran: Arbolado y vegetación, espacios de convivencia a la sombra, plazuelas, bancas, sitios de descanso, áreas

verdes recreativas, deportivos y de juegos infantiles, fuentes, lagos y otros espacios con agua, zonas de alimentos (quioscos, cafeterías, restaurantes) así como eventos y ofertas del parque.

| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 28% | 39% | 22% | 10% |

- El Equipamiento se evalúa en la mayoría como muy bueno (28%) y bueno (39%).
- En cuanto a la oferta de equipamiento del parque, se observa que el parque cuenta con bastante arbolado y vegetación, áreas deportivas, áreas verdes recreativas, sin embargo, no son suficientes los espacios de convivencia a la sombra, área de juegos infantiles. Y lo que no existe (que refiere los 10%) son quioscos, cafeterías, restaurantes y eventos (festivales, ferias etc.) u oferta cultural.
- El área de juegos infantiles la usan para traer niños de las escuelas cercanas y por los fines de semana se realizan algunas fiestas infantiles. Se mencionó que dicha área tiene buena calidad pero no es suficiente en comparación con la población que asiste y la extensión del parque.
- Las áreas deportivas son de buena calidad pero son pocas para la demanda que existe, por lo tanto la gente usa otras áreas verdes para jugar futbol. Aunque el deportivo 18 de Marzo, tiene un acceso dentro del parque, este deportivo es independiente a la administración del parque, en este deportivo se ubicaba un área pequeña, la cual usaban antes como parque de la zona.
- Muy pocas personas mencionaron el uso de los invernaderos, en cuánto a la vegetación, les gusta la diversidad y la cantidad aunque por el momento la sombra es poca por el tamaño de los árboles y aunque fue de lo que más se quejaron,
- aseguraron que en un futuro será mejor.
- No existe información de eventos culturales o talleres, el museo no está en funcionamiento. Se menciona de una persona que el museo es interesante como cuenta la historia del lugar.

Opinión de experto

- La calidad, formalidad e higiene del Parque Bicentenario Azcapotzalco destaca entre todos los parques de la Ciudad de México y es comparable con el Parque Fundidora en Monterrey. Cabe mencionar que las razones están probablemente en el financiamiento que hace diferencia con los demás parques metropolitanos. La inversión se repartió entre Semarnat y Pemex, el mantenimiento está bajo la responsabilidad de Semarnat y no de la delegación.
- Se observa la presencia de mucho personal de vigilancia privada y revisión de bolsas y mochilas de cada persona en la entrada al parque, factores que previenen el ambulante, el ingreso de alcohol y el vandalismo (por ejemplo con tiradas botellas de vidrio).
- Los usuarios parecen estar contentos con esta práctica estricta para garantizar la seguridad y comodidad dentro del parque; es muy notable que no exista ninguna venta informal de alimentos y refrescos dentro del parque (hasta la aceptación del reglamento de no fumar).
- Los usuarios son muy variados, desde jóvenes que llegan hasta de otras delegaciones para aprovechar el espacio de patinaje, deportistas de toda edad y familias.
- De todos los usuarios así como de los habitantes en el perímetro del parque se siente un orgullo de contar ahora con este parque y las diversas ofertas para familias, deportes y

recreación. La mayoría conoce también todavía la historia de la zona industrial de Pemex y consideran la revitalización del terreno como un gran mejoramiento para toda la Delegación.

- Queda a discutir si la inversión en las grandes construcciones metálicas y de vidrio eran necesaria y si los recursos mejor se hubieran invertidos en la construcción de más juegos infantiles, la oferta más usada de los visitantes.

12.8.2 Resultado Parque Cuitláhuac, Iztapalapa

Resumen y anotaciones de comentarios extra de los entrevistados el día 23 Marzo 2013 en el Parque Cuitláhuac, ubicado en Iztapalapa.

9 cuestionarios contestados
19 entrevistados participantes
Género: 10 Femenino/9 Masculino
Edad promedio: 15-82 años
Edad promedio: 14 – 82 años
Lugar de residencia: 17 personas de Iztapalapa / 2 personas de otras zonas.

Los usuarios del parque por lo general son familias grandes y adolescentes. El área que más se utiliza y más les gusta a los usuarios es la zona de juegos infantiles, siguiéndole la Granja Interactiva, Las Albercas y el Lago.

Resumen Accesibilidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Accesibilidad eran el acceso al parque y el acceso en el parque en diferentes formas de movilidad (peatonal, bicicleta, coche, transporte público) y para discapacitados. Otro tema era la comodidad y la seguridad que sienten los usuarios en el acceso al parque.

| Muy bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 37% | 44% | 13% | 6% |

- La accesibilidad al Parque Cuitláhuac así como a dentro se reporta muy buena (37%) y buena (44%), también se reporta por parte de un 13% de los entrevistados que es deficiente.
- El acceso al parque es gratis y no restringido, pero tampoco no hay control sobre quienes entran al parque. Se abre de 10: 00 a las 17: 30 h, de martes a domingo.
- La frecuencia de visita al parque de los usuarios entrevistados es de al menos una vez por semana, variando entre al menos una vez por mes o una vez al año.
- Seguridad e Informalidad: Los usuarios comentaron que al interior del parque es seguro pero afuera de las instalaciones ya no lo es, porque te pueden asaltar, y que los policías en el parque, andan dando rondines en sus motos. Hay varios accesos al parque que no son todos controlables y se accede desde avenidas grandes con mucho tráfico y sin control social.

- La mayoría de los entrevistados residen en Iztapalapa, algunos lo visitan frecuentemente pero otros era la primera vez que asistían y no sabían que estaba en funcionamiento, cuando uno transita por el exterior del parque, es cierto que pareciera que el predio sigue estando como antes que funcionaba como canchas de fútbol llanero.
- La forma más accesible para los usuarios de llegar al parque es a pie con un tiempo aproximado de 15 min a 30 min, desde su casa hasta el parque como segunda opción el transporte público con un tiempo aproximado de 10 minutos a 30 min.
- En cuanto a accesibilidad, la mayoría llega peatonalmente y otros en transporte público, este último no hay muchas opciones.
- En general los andadores primarios son de fácil andar pero algunos son de arenilla y algunas personas no les gustan y no pueden caminar por estos andadores.
- La mayoría de los usuarios consideran que es fácil y seguro moverse al interior de parque a pie y en bicicleta. Asimismo el moverse en silla de ruedas, muletas o con el uso de alguna prótesis o muleta, lo consideran incómodo pero seguro.
- Algunos mencionaron que consideraban necesario que cobraran la entrada al menos \$2.00 pesos para un mantenimiento del parque y que tanto el costo de los baños como el del estacionamiento está caro (Sanitarios \$5.00 pesos y \$21.00 pesos el estacionamiento).

Resumen Funcionalidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Funcionalidad eran: Mantenimiento general del parque, higiene de los espacios, pavimentaciones, alumbrado, señalamientos y seguridad dentro del parque.

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
| 12% | 58% | 27% | 3% |

La mayoría de los usuarios consideran una buena funcionalidad del Parque Cuitláhuac (58%), después sigue la opinión “Ineficiente” (27%), hasta un 3% opina con “Malo”. Se mencionan como puntos a favor la higiene de los espacios, la seguridad dentro del parque. Mientras que tanto el mantenimiento del parque, los pavimentos en general y el alumbrado público lo consideran con un funcionamiento regular.

Resumen Equipamiento

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Equipamiento eran: Arbolado y vegetación, espacios de convivencia a la sombra, plazuelas, bancas, sitios de descanso, áreas verdes recreativas, deportivos y de juegos infantiles, fuentes, lagos y otros espacios con agua, zonas de alimentos (quioscos, cafeterías, restaurantes) así como eventos y ofertas del parque.

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
| 14% | 52% | 23% | 11% |

En general se opina que le equipamiento es bueno (52%), no obstante un 23% opina por ineficiente y un 11% por “malo”.

- En cuanto a la oferta de equipamiento del parque, consideran que son suficientes las plazuelas, bancas, sitios de descanso, la oferta cultural.

- Lo que no es suficiente son los espacios de convivencia a la sombra, siguiendo las áreas recreativas y por último el arbolado y vegetación. Cabe resaltar que no existe una zona de alimentos (quioscos, cafeterías, restaurantes).
- La calidad de los espacios en general es buena, el área de juegos infantiles es una de las favoritas, le siguen las plazuelas, bancas, sitios de descanso y la oferta cultural (talleres, museos, etc.)
- Se quejan de la falta de espacios con sombra y la falta de mantenimiento ya que está todo muy seco, aunque por lo general mencionan que “Así está bien” que ahora ya tienen un parque y espacio de recreación cerca de sus casas porque antes en la zona carecía de este tipo de espacios y tenían que trasladarse a otros parques como Chapultepec.
- Aunque existe una zona comercial, aparentemente no está funcionando y la gente suele llegar en familia y buscar la sombra de las pocas palapas y organizar sus picnics. También usan el área de renta de palapas para hacer fiestas infantiles, lo cual representa un beneficio en costos ya que si comparamos una renta de palapa 285 pesos por 7 horas, contra una renta de un salón de fiestas infantiles, que por lo general es de \$1000 – 1500 por 6 horas, el costo, el tiempo y la diversidad de actividades no se compara.
- La oferta cultural y talleres, se dan talleres a niños y algunos para adultos en el Centro Holístico pero la información no está a la vista de los usuarios, si no se acercan al Centro Holístico no se sabe que eventos pasan en el parque.

Opinión de experto

- Por parte del equipo de entrevistadores se observa una falta de mantenimiento del parque, de tal forma que un gran porcentaje de la vegetación plantada para la inauguración en Agosto de 2012 ya se encuentra seco por falta de riego.
- Esto claramente se puede observar en el espacio del laberinto de setos de vegetación, en donde los niños tenían que llegar a un juego infantil, actualmente estos setos están totalmente secos y sin podar, es obvio que ante esta situación nadie recorre el laberinto mucho menos usa el juego infantil, quedando pérdida esa inversión.
- La zona comercial es una isla perdida en el parque, al no tener mobiliario para que la gente se sienta a comer, no existe venta de comida ni de bebidas, la gente no sabe ni si quiera que existe este lugar, los sanitarios están cerrados siendo que están totalmente habilitados, se quiso poner una estructura de torniquetes para cobrar el acceso pero ni eso funciona correctamente.
- Se puede observar que el nivel del agua de ambos lagos ha disminuido, esto afectando la vida de los patos que nadan en el lago sin embargo, el agua no se ve tan sucia ni presenta mal olor. El servicio de las lanchas al parecer es uno de los que la gente más disfruta.
- El Centro Holístico al parecer sigue ofreciendo talleres y actividades para mujeres y personas de la tercera edad. Actividades de medicina alternativa como temazcal y masajes. Cursos como yoga, manualidades, etc. Al parecer también sigue funcionando la ludoteca para niños. Por lo menos los baños del Centro Holístico aunque te cobran el acceso 5 pesos, están limpios. En general creo que este es uno de los lugares con más uso y buen mantenimiento.

- Existe un grupo de IMJUVE (Instituto Nacional de la Juventud) el cual apoya con brigadas semanales o mensuales de limpieza en el parque, mantenimiento de áreas verdes y a cuidar a los animales de la granja.
- La Granja también es una de las más visitadas e incluso es donde se ve mucha gente trabajando y organizando los grupos de acceso. Al parecer algunos de los animales que estaban en los primeros meses, ya los han cambiado, tal vez es por su alto costo de mantenimiento. Sin embargo, una maestra comento por parte de la escuela donde trabaja, han organizado a los niños y los han llevado a la granja, siendo un lugar didáctico para los niños.
- Los juegos infantiles son una de las áreas más usadas, sin embargo, el mantenimiento no es el adecuado, todavía no lleva ni un año el parque y algunos de los juegos ya están rotos, algunos tienen piezas desatornilladas, esto debido a que algunos están hechos con materiales baratos.
- Existen algunas personas encargadas de la delegación encargadas con un altavoz recordando las edades que son permitidas para el uso de los juegos pero no es suficiente, en algunos casos existen letreros donde se indican la edad permitida pero muchas veces no es respetada por los mismos usuarios.
- Es una gran inversión en mobiliario de juegos infantiles pero le falta mantenimiento al área y a los senderos peatonales.
- La tirolesa está fuera de operación, simplemente está cerrada y no tiene ningún aviso de por qué lo hicieron, tal vez se deba a que al principio no funcionaba correctamente, es decir la gente no lograba cumplir el recorrido completo de torre a torre. Otras personas argumentan que no es un elemento seguro.
- Es una pena que este espacio este siendo abandonado por los encargados de la Delegación, de no brindarle un buen mantenimiento y mayor publicidad, en el cual la población pueda disfrutar de un espacio verde y de recreación en su misma demarcación.

12.8.3 Resultado Parque Deportivo Ciudad Jardín, Nezahualcóyotl

Resumen y anotaciones de comentarios extra de los entrevistados el día 24 Marzo 2013 en el Parque Deportivo Ciudad Jardín, ubicado en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México.

8 cuestionarios contestados
11 entrevistados participantes
Género: 4 Femenino/7 Masculino
Edad promedio: 13-57 años
Lugar de residencia: 10 personas de Ciudad Jardín / 1 persona de otra zona.

La mayoría de los entrevistados practican algún deporte, como tenis, futbol rápido, beisbol, futbol americano, el circuito para trotar y uso de las canchas de frontón, con excepción solo una familia que asiste y usa el parque como recreación principalmente para que sus hijos anden en bicicleta.

Resumen Accesibilidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Accesibilidad eran el acceso al parque y el acceso en el parque en diferentes formas de movilidad (peatonal, bicicleta, coche, transporte público) y para discapacitados. Otro tema era la comodidad y la seguridad que sienten los usuarios en el acceso al parque.

| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 31% | 53% | 8% | 8% |

En general la Accesibilidad del parque se estima como buena (53%). La forma más accesible para los usuarios de llegar al parque es a pie con un tiempo aproximado de 10 min a 30 min, desde su casa hasta el parque como segunda opción es la bicicleta, con un tiempo aproximado de 3 minutos a 20 min. La opción del estacionamiento tanto para automóvil como bicicleta está considerada como mala.

- Tiempo de apertura: Martes a Domingo de las 10.00 a las 17.00 horas
- La frecuencia de visita al parque de los usuarios entrevistados es de al menos una vez por semana, variando entre al menos una vez por mes o una vez al año.
- La mayoría reconoció que la entrada al parque es gratuita, que las instalaciones en general se encuentran en buen estado, sólo que los sanitarios siempre están cerrados así que este servicio no es el adecuado.
- No hay luz o agua en el parque por falta de recursos para el mantenimiento, causa por la cual están cerrados los baños y el gimnasio y no alumbrado.
- En cuanto a la seguridad, se sienten inseguros porque no ven ningún policía alrededor, aunque si existen algunos policías en bicicletas dando rondines de vigilancia. Aunque nunca han tenido ninguna mala experiencia de inseguridad o robo, su percepción de seguridad se refleja con la presencia de algún cuerpo policiaco.
- En cuanto al alumbrado o suministro de electricidad, parece que “por el momento” no está funcionando y el parque lo cierran a las 17: 00 h por eso muchos de los entrevistados comentaron que no han visto el alumbrado público.
- El acceso peatonal es un poco complicado, ya que no está a pie de avenida y el transporte público no entra hasta las instalaciones del parque, este puede ser uno de los factores por los que las personas no asistan al parque.
- Los estacionamientos están cerrados y los autos se estacionan en las vialidades. Y por lo mismo que no está a simple vista de la gente y tampoco se observa mucha señalización del parque, todo lo contrario con la plaza comercial, la cual es la protagonista de la visual y de los habitantes de la zona.

Resumen Funcionalidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Funcionalidad eran: Mantenimiento general del parque, higiene de los espacios, pavimentaciones, alumbrado, señalamientos y seguridad dentro del parque.

| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 7% | 60% | 23% | 10% |

En general la funcionalidad del parque se estima como bueno, ni siquiera siguen 23% con la opinión de “ineficiente” y un 10% con la opinión que la funcionalidad es mala. Es decir la mayoría de los usuarios la consideran buena, como el mantenimiento general del parque, los pavimentos y la higiene de los espacios. La mayoría de los usuarios consideran que es fácil y seguro moverse al interior de parque. La seguridad dentro del parque la consideran regular mientras que el señalamiento es malo.

Resumen Equipamiento

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Equipamiento eran: Arbolado y vegetación, espacios de convivencia a la sombra, plazuelas, bancas, sitios de descanso, áreas verdes recreativas, deportivos y de juegos infantiles, fuentes, lagos y otros espacios con agua, zonas de alimentos (quioscos, cafeterías, restaurantes) así como eventos y ofertas del parque.

En la categoría equipamiento se reporta principalmente la no existencia (63%) como ineficiente equipamiento (21%). En cuanto a la oferta de equipamiento del parque, se ve reflejado que carece de muchos espacios, como juegos infantiles, plazuelas, bancas, sitios de descanso, fuentes, lagos u otros espacios con agua, alguna zona de alimentos o quioscos, mucho menos eventos como festivales, talleres u ofertas culturales. Sin embargo, consideran suficientes las áreas deportivas y áreas verdes recreativas.

- La calidad de las instalaciones denotan o que no existen o que están consideradas como malas, como la falta una buena oferta cultural o de espacios como plazas, sitios de descanso, o espacios con agua como fuentes o lagos.
- Carecen de arbolado y vegetación.
- Los pocos lugares con sombra fue de lo que más se quejaron, la falta de algún quiosco para comprar agua o comida.
- Sin embargo, consideran que la calidad de las instalaciones deportivas es buena.

Opinión de experto

- El Parque Cuitláhuac no hay cuidado y mantenimiento de áreas verdes de forma suficiente, y algunas zonas no estén en servicio. Se dedica principalmente al deporte, otras ofertas no existen, el centro de eventos no está en función por falta de mantenimiento y recursos (agua, luz, recolección de basura). A pesar de ello, la gente de la zona disfruta los campos deportivos porque no hay ofertas alternativas en Nezahualcóyotl.
- Llama atención que casi a nadie le pareció que olierá mal, sin embargo, el mal olor (basura y drenaje) es constante en todo el terreno.
- Mientras el centro comercial Ciudad Jardín es muy frecuentado, muchas personas no saben de la existencia de los campos deportivos que se ubican a detrás, había interés cuando se promovió el proyecto Ciudad Jardín, pero al inicio no había acceso para la población a los campos deportivos y así se perdió el interés así que al momento está muy poco usado el parque.
- En el camellón principal de la Av. Bordo Xochiaca existen muchas canchas tanto de futbol rápido, frontones, que están en uso, a diferencia de las de Ciudad Jardín. Parece que el uso de las canchas de futbol de Ciudad Jardín tiene algún costo y no son gratis como se dice.

12.8.4 Resultado Parque Alameda Poniente, Santa Fe

Resumen y anotaciones de comentarios extra de los entrevistados el día 13 de abril 2013 en el Parque Alameda Poniente, ubicado en Santa Fe.

4 cuestionarios contestados
7 entrevistados participantes
Género: 1 Femenino / 6 Masculino
Edad promedio: 26 – 61 años
Lugar de residencia: 4 personas de Santa Fe y colonias aledañas (Sta. Lucia) y 2 persona de otra zona.

La mayoría de los usuarios solo vienen a jugar futbol los fines de semana, algunos vienen con sus familias pero estas solo son observadores ya que no tienen ninguna otra opción de actividad, algunos aprovechan para que sus hijos anden en bicicleta.

Resumen Accesibilidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Accesibilidad eran el acceso al parque y el acceso en el parque en diferentes formas de movilidad (peatonal, bicicleta, coche, transporte público) y para discapacitados. Otro tema era la comodidad y la seguridad que sienten los usuarios en el acceso al parque.

| Bueno (3) | Regular (2) | Ineficiente (1) | No existente (0) |
|-----------|-------------|-----------------|------------------|
| 24% | 19% | 43% | 14% |

En general la Accesibilidad del parque se estima como Mala ya que no brinda un acceso fácil y seguro en ninguna de las siguientes modalidades: peatonal, bicicleta y transporte público, este último no existe ninguna ruta que pase por el parque. Al contrario del uso del automóvil, lo consideran como la mejor opción para llegar al parque.

- Tiempo de apertura está restringida y solamente los fines de semana está abierta al público, porque se práctica futbol rápido (canchas con pasto sintético) y futbol en canchas de terracería (clásico futbol llanero), el horario de apertura depende de la demanda de los juegos, puede ser desde las 7: 00 hasta las 18: 00 h.
- Entre semana funciona como estacionamiento público, brindando principalmente servicio a las oficinas, negocios, o universidades particulares que están alrededor.
- La gente que asiste al parque no sólo viene del pueblo de Santa Fe y colonias aledañas como Santa Lucia, Cuajimalpa y Álvaro Obregón.
- La mayoría llegan en automóvil propio o compartido, algunos en bicicleta, ya que no es muy fácil de llegar en transporte público. El cobro del estacionamiento es una “cooperación voluntaria” de 10 pesos por automóvil.

Resumen Funcionalidad

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Funcionalidad eran: Mantenimiento general del parque, higiene de los espacios, pavimentaciones, alumbrado, señalamientos y seguridad dentro del parque.

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
| 7% | 9% | 55% | 29% |

- En general la funcionalidad del parque se estima como Ineficiente, es decir los pavimentos vehiculares como exteriores no están en las mejores condiciones, no hay muchos señalamientos aunque no hay pierde.
- El mantenimiento del parque e higiene de los espacios se considera ineficiente y malo porque falta riego en áreas verdes, un señor propone que si se recolectaran las aguas residuales de tantos edificios existentes en la zona se podrían regar tanto en el parque Alameda como en los mismos camellones de la zona, evitando gastar tanto en agua y por lo tanto no les faltaría agua a las zonas populares aledañas.

Resumen Equipamiento

Los temas que se trataron en las encuestas en la categoría Equipamiento eran: Arbolado y vegetación, espacios de convivencia a la sombra, plazuelas, bancas, sitios de descanso, áreas verdes recreativas, deportivos y de juegos infantiles, fuentes, lagos y otros espacios con agua, zonas de alimentos (quioscos, cafeterías, restaurantes) así como eventos y ofertas del parque.

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|----------|
| Muy Bueno (3) | Bueno (2) | Ineficiente (1) | Malo (0) |
| 3% | 28% | 26% | 43% |

- En la categoría equipamiento se reporta principalmente malo ya que no existen mucha infraestructura ni opción en la oferta de servicios y diversidad de usos para los usuarios.
- No existen espacios con fuentes, lagos, ninguna oferta cultural, festivales, talleres. Mucho menos espacios de convivencia a la sombra, espacio para juegos infantiles.
- No es suficiente las áreas deportivas, mucho menos se práctica ningún otro tipo de deporte que no sea futbol. Aunque existe una pequeña área de gimnasio al aire libre nadie la utiliza tal vez porque no es la adecuada o le falta mantenimiento.
- La mayoría de los usuarios vienen a practicar futbol llanero, pagan solamente el arbitraje de \$250 pesos por partido. Sin embargo, una señora comento que mientras su esposo y familiares juegan futbol; sus hijos y sobrinos andan en bicicleta por los andadores, ya que este parque es el único en la zona donde pueden usarlo como recreación. Proponen que la creación de una ciclopista sería una buena opción dentro del parque.
- Les parece un parque arbolado, pero con pocos espacios con sombra para estar más en área de las canchas, sólo existe una glorieta tipo plaza con bancas pero está escondida y el acceso no es fácil.
- No existen zonas de alimentos como tal, pero hay dos puestos semifijos donde venden, frituras, agua, refrescos y dulces.
- Las canchas están bien para jugar, aunque a veces tiene que hacer faenas de limpieza ellos mismos para utilizarlas. Comentan que antes habían dos canchas más pero las convirtieron ahora en estacionamientos *“poco a poco nos van a correr”*.
- Generalmente juegan de día así que nunca han visto el alumbrado público, pero uno comento que un día jugaron de noche y que no existía ningún tipo de alumbrado.

- La seguridad del parque está a cargo de policía pública y con respecto a esto, los usuarios consideran que si se sienten seguros y que la policía está pendiente de la seguridad.
- Asimismo, sí han sentido la presión inmobiliaria, a uno de ellos le han ofrecido comprar su terreno en \$300 pesos el m² sin embargo, él está consciente que su terreno tiene un valor de \$4,000 pesos el m² *“justed cree que lo voy a vender por esa cantidad, cuando ellos lo revenden por más dinero incluso en dólares!”*. *“Los servicios de luz, teléfono, agua, predial, nos llega el cobro como uso residencial cuando nosotros vivimos en una colonia popular y eso no es justo”*. Esto lo hacen para que después no podamos pagar más los servicios y nos vayamos de la zona.

Opinión de experto

- Da la impresión que la mayoría si no es que toda la gente que asiste al parque Alameda es la que vive en el Pueblo de Santa Fe y colonias aledañas. No se ve que la gente que vive en el nuevo desarrollo de Santa Fe haga uso de las instalaciones.
- Para la extensión del predio, es muy poca la oferta deportiva, cultural y social que ofrece el parque.
- En comparación con otros parques parece muy arbolado pero igual que en todos, le falta mucho riego y mantenimiento.
- Los usuarios disfrutan mucho el espacio para jugar futbol aunque no esté en las mejores condiciones ya que tampoco cuentan con muchas opciones a su alrededor.

12.8.5 Resúmenes del Índice ambiental–urbano

Tabla 79: Resúmenes de los Indicadores ambiental urbanos de los parque

| | A -Accesibilidad (%) 3-Muy bueno, 2-Bueno, 1-Ineficiente, 0 - Malo | | | | F- Funcionalidad (%) 3-Muy bueno, 2-Bueno, 1-Ineficiente, 0 - Malo | | | | E- Equipamiento (%) 3-Muy bueno, 2-Bueno, 1-Ineficiente, 0 - Malo | | | |
|---|--|----|----|----|--|----|----|----|--|----|----|----|
| | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| <i>Valorización</i> | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Bordo Poniente / ex Vaso de Texcoco | No acceso | | | | Por no acceso no aplica | | | | Por no acceso no aplica | | | |
| Refinería Pemex / Parque Bicentenario / Azcapotzalco | 79 | 17 | 4 | 0 | 59 | 38 | 3 | 0 | 28 | 39 | 22 | 10 |
| Parque Cuitláhuac / Iztapalapa | 37 | 44 | 13 | 6 | 12 | 58 | 27 | 3 | 14 | 52 | 23 | 11 |
| Ciudad Jardín - Campos deportivos / Nezahualcóyotl | 31 | 53 | 8 | 8 | 7 | 60 | 23 | 10 | 1 | 15 | 21 | 63 |
| Alameda Poniente / Santa Fe | 24 | 19 | 43 | 14 | 7 | 9 | 55 | 29 | 3 | 28 | 26 | 43 |
| Prados de la Montaña / Santa Fe | No acceso | | | | Por no acceso no aplica | | | | Por no acceso no aplica | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Calidad de los sitios revitalizados como parque

| | Muy bueno | Bueno | Ineficiente | Malo |
|------------------------------------|------------------|--------------|--------------------|-------------|
| Parque Bicentenario / Azcapotzalco | 56% | 31% | 10% | 3% |
| Parque Cuitláhuac / Iztapalapa | 21% | 51% | 21% | 7% |
| Ciudad Jardín / Nezahualcóyotl | 13% | 43% | 17% | 27% |
| Alameda Poniente / Santa Fe | 11% | 19% | 41% | 29% |

Fuente: Elaboración propia

Los sitios Bordo Poniente y Prados de la Montaña están excluidos de la evaluación con el Índice social urbano porque no están abiertos al público. De los otros 4 sitios restantes recibe el Parque Bicentenario en Azcapotzalco los mejores resultados (87% “Muy bueno” y “Bueno”) y la Alameda Poniente el peor resultado (41 % “Ineficiente” y 29% “Malo”). El Parque Cuitláhuac todavía se califica mejor en su calidad que los campos deportivos en Ciudad Jardín.

G. RESUMENES, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

13 Resúmenes de la comparación de los sitios revitalizados

13.1 Resumen Índice energético-económico

Tabla 81: Resumen Índice energético-económico

| I. Índice energético | Características | Beneficio económico neto | Ingreso por tonelada | Costo por tonelada | Beneficio económico |
|--|-----------------|--------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | | Mdp. | (\$ /t) | (\$ /t) | (\$ /t) |
| Bordo Poniente Ex Vaso de Texcoco (BP) | 600 ha 44 Mt | 1,777.32 | 87.73 | 58.11 | 29.62 |
| Prados Montaña Santa Fe (PM) | 25 ha 5.6 Mt | 181.9 | 72.38 | 39.90 | 32.48 |

Fuente: Elaboración propia

Indicador 1: Se analizó el beneficio energético-económico de los dos rellenos Etapa IV de Bordo Poniente (BP), recién clausurado, y Prados de la Montaña en Santa Fe (PM). Se permiten diferentes interpretaciones. Respecto al beneficio económico por tonelada, resulta 2.86 pesos más lucrativo la tonelada aprovechada en PM, no obstante, una planta eléctrica en BP tendría una potencia mínima 11 veces mayor que una planta en PM y se obtendría una venta de electricidad 14 veces mayor que en PM. También se pueden aplicar otros criterios para comparar los dos resultados, como BP captaría 10 veces más CO₂eq que PM, o BP colocaría 13 veces más Bonos de Carbono / CERs que PM.

Resumen

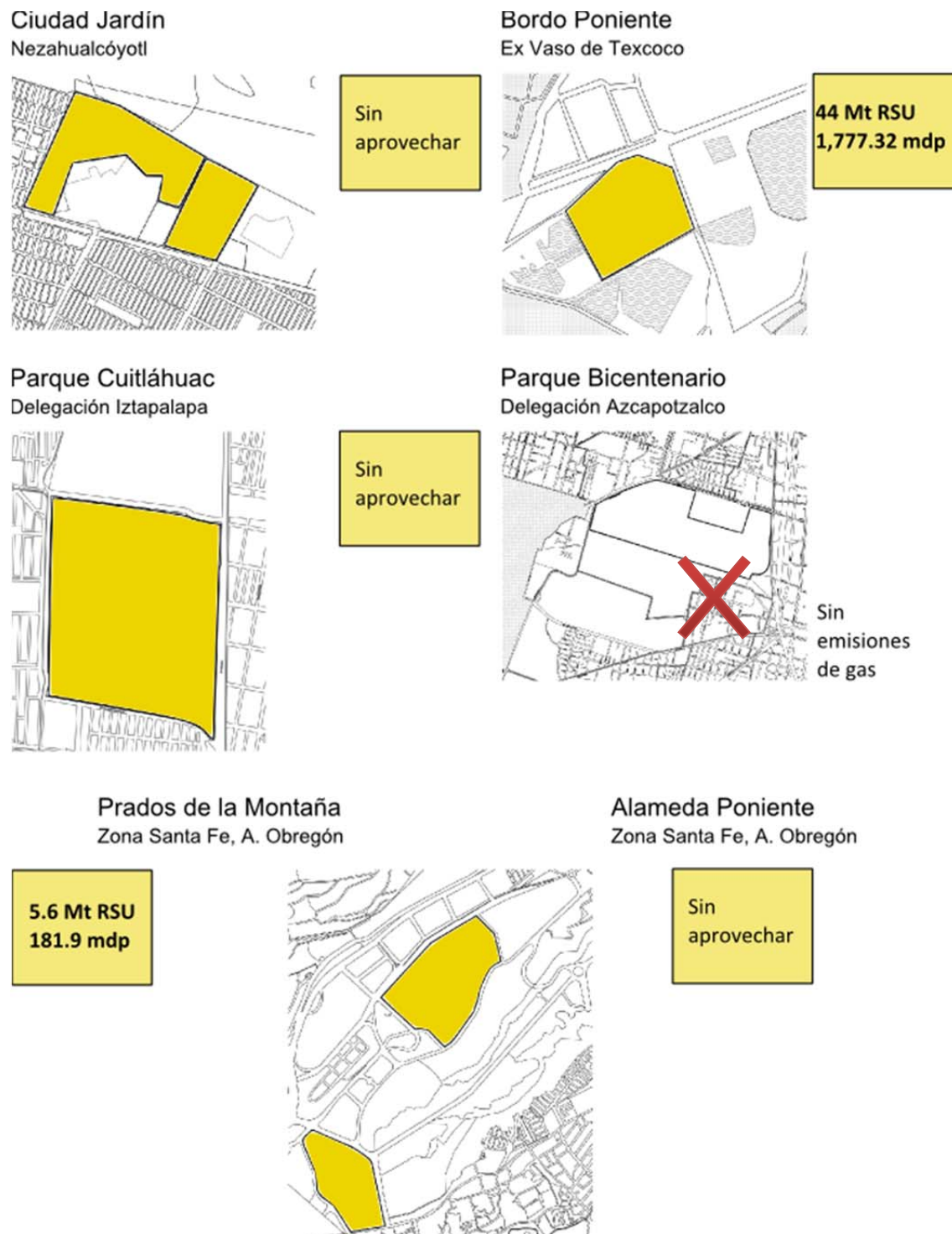
- La mitigación de GEI en combinación con la producción de energía es una posibilidad interesante para los rellenos sanitarios, ya que combinan economía con ecología. Sin embargo, sólo puede aplicarse a rellenos sanitarios con menos de 15 años de vida posteriores a la fecha de clausura para que sea un proyecto económicamente viable. Tampoco es posible aplicarlo a suelos contaminados de sitios industriales como la ex Refinería en Azcapotzalco.
- Ya se perdieron por su vejez las grandes oportunidades de la Alameda Poniente y Santa Cruz Meyehualco / Iztapalapa, mientras los sitios Neza I y Prados de la Montaña están por perder su potencial energético por falta de voluntad política. En Prados de la Montaña el plazo del modelo de cálculo termina en 2019. En Ciudad Jardín no interesa el aprovechamiento del ex tiradero sino sólo el beneficio del centro comercial.
- En el Bordo Poniente, con 44 millones toneladas de residuos, se calcula un beneficio neto de 1,777.32 millones de pesos (Mdp) en 21 años de operación (hasta 2036). Cada día de no actuar y de no captar los gases significa no solamente una continua contaminación atmosférica sino también una pérdida de 0.23 Mdp diarios, ingreso interesante ante los

gastos del Gobierno del DF para la gestión de sus residuos, que hasta el momento asciende a 300 \$/t ó 1.56 Mdp⁶⁹ por día.

- Sólo se puede calcular con un modelo (EPA), no es posible calcular el beneficio real energético-económico por diversas circunstancias: la heterogeneidad de los residuos depositados, factores climáticos, costos no previstos en la remediación, costos muy variados para el equipo y la infraestructura del sistema de captación y la planta eléctrica, así como por los precios oscilantes para la venta de electricidad.
- Los inversionistas deben asumir los costos de la clausura en el caso de la licitación de Bordo Poniente, lo que significa una obra e inversión superior, lo que según la Norma 083 debería asumirse por los responsables del sitio, en el caso la Secretaría de Obras y Servicios del GDF. Si la responsabilidad para el relleno sanitario y su clausura correcta se traspasan a la futura compañía operadora de la planta eléctrica, puede estar en riesgo la viabilidad de la producción de energías alternas.
- Una pregunta principal de esta investigación es *si la creación de un área verde es combinable con el aprovechamiento energético del mismo lugar*. Cuando los tubos de captación se instalan bajo suelo (como debería cambiarse en el caso de Prados de la Montaña) y todo el sistema de captación está adecuadamente instalado y en operación (sin fugas), resulta altamente viable la combinación del aprovechamiento energético con usos como áreas verdes y parques. La combinación de estos dos usos apoya a la revitalización del sitio contaminado y permite cubrir los costos del mantenimiento del mismo terreno como área verde a largo plazo.

⁶⁹ Declaraciones de la Secretaría de Obras y Servicios del GDF en 2012. Costo a partir de la clausura de la Etapa IV de BP en diciembre 2012.

Figura 42: Índice energético-económico



Fuente: Elaboración propia

13.2 Resumen Índice ecológico

Tabla 82: Resumen Índice Ecológico

| II. Índice Ecológico | Indicador 2 | Indicador 3 | Indicador 4 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|
| | Emisiones totales GEI | Cumplir la NOM 083 | Aumento AV por habitante y para la zona |
| | Mt/total CO ₂ eq | Factor de Riesgo 1-3* | m ² / hab % en la zona |
| Bordo Poniente | 0 | 2 | Etapa IV: |
| | | | 0.6 m ² / 4.7% |
| | | | Etapa I- IV: |
| | | | 1.03 m ² / 7.8% |
| Parque Bicentenario / Azcapotzalco | 0 | 0 | 1.33 m ² / 12.8% |
| Parque Cuitláhuac / Iztapalapa | 4.48 | 1.5 | 0.77 m ² / 8.8% |
| Ciudad Jardín / Nezahualcóyotl | 1.06 | 1 | 0.54 m ² / 28.7% |
| Alameda Poniente / Santa Fe | 6.43 | 1.5 | 17.8 m ² / 27.2% |
| Prados Montaña / Santa Fe | 0 | 1 | |

Fuente: Elaboración propia

* 0 = no existe un riesgo, 1 = poco riesgo existente, 2 = hay riesgo, 3 = hay alto riesgo

Indicador 2: No se cuentan las emisiones, cuando existe un quemador a partir del año de cálculo en el modelo EPA (Bordo Poniente y Prados del Montaña). En Parque Cuitláhuac y Alameda Poniente ya se emitieron la gran mayoría de los GEI, no obstante, se está calculando para todos los sitios la cantidad total que se está emitiendo en un lapso de 21 años.

Indicador 3: La ex refinería PEMEX, hoy día Parque Bicentenario, se puede considerar el único lugar sin riesgo futuro para la población y el medioambiente, gracias a los recursos invertidos para la exitosa remediación de 55 ha para el parque de las 93 ha totales de refinería. Prados de la Montaña es el único relleno sanitario que en su vida útil y después no ha tenido emisiones. Actualmente existen quemadores en PM, Parque Cuitláhuac y Ciudad Jardín / Nezahualcóyotl (en el último no funcionan), aunque en los últimos dos sitios ya se emitieron la mayoría los gases en décadas pasadas. El sistema de captación de lixiviados y gases recién instalado en Ciudad Jardín da una cierta garantía contra escurrimientos y explosiones, pero no funciona al 100%. El Parque Cuitláhuac y la Alameda Poniente carecen de un sistema de captación de lixiviados y todavía presentan explosiones por los gases que siguen emitiendo después de 21 años. Bordo Poniente presenta el riesgo más alto, por estar ubicado en una zona ecológica sensible sin protección hacia el subsuelo y los mantos acuíferos. En los sitios cuyo factor de riesgo fue evaluado con la opinión de expertos, influyó también la distancia entre el tiradero como fuente de riesgo y los asentamientos humanos más próximos.

Indicador 4: Se refiere al aumento de la superficie de AV por cada habitante en la delegación o zona y al aumento total de AV en la zona, antes y después de la revitalización del terreno residual en un área verde. El aumento más grande de AV por habitante existe en Santa Fe (17.8 m²/hab.), el más pequeño en Nezahualcóyotl (0.54 m²/hab.) mientras el aumento total de AV para las dos zonas es similar (27.2 % y 28.7 %). Eso significa que “poco hace mucho” donde hay falta de espacios verdes; en tanto, en Santa Fe se agregan a los 59.8 m²/hab existentes de AV 17.8 m² por los sitios revitalizados. En Neza se aumentó la disponibilidad de AV por habitante de 1.9 m² a 2.4 m². Para Bordo Poniente se señalan los metros de AV para todos los 8.85 millones habitantes del DF, una vez para las 600 hectáreas de la Etapa IV, mientras la segunda cifra se refiere a las 1,000 hectáreas de todas las Etapas I hasta IV.

Resumen

El Índice ecológico refiere tres factores que pueden afectar de forma negativa al ambiente en forma de contaminación de suelo, aire y agua, o de forma positiva, con la mitigación de GEI y el aumento de áreas verdes.

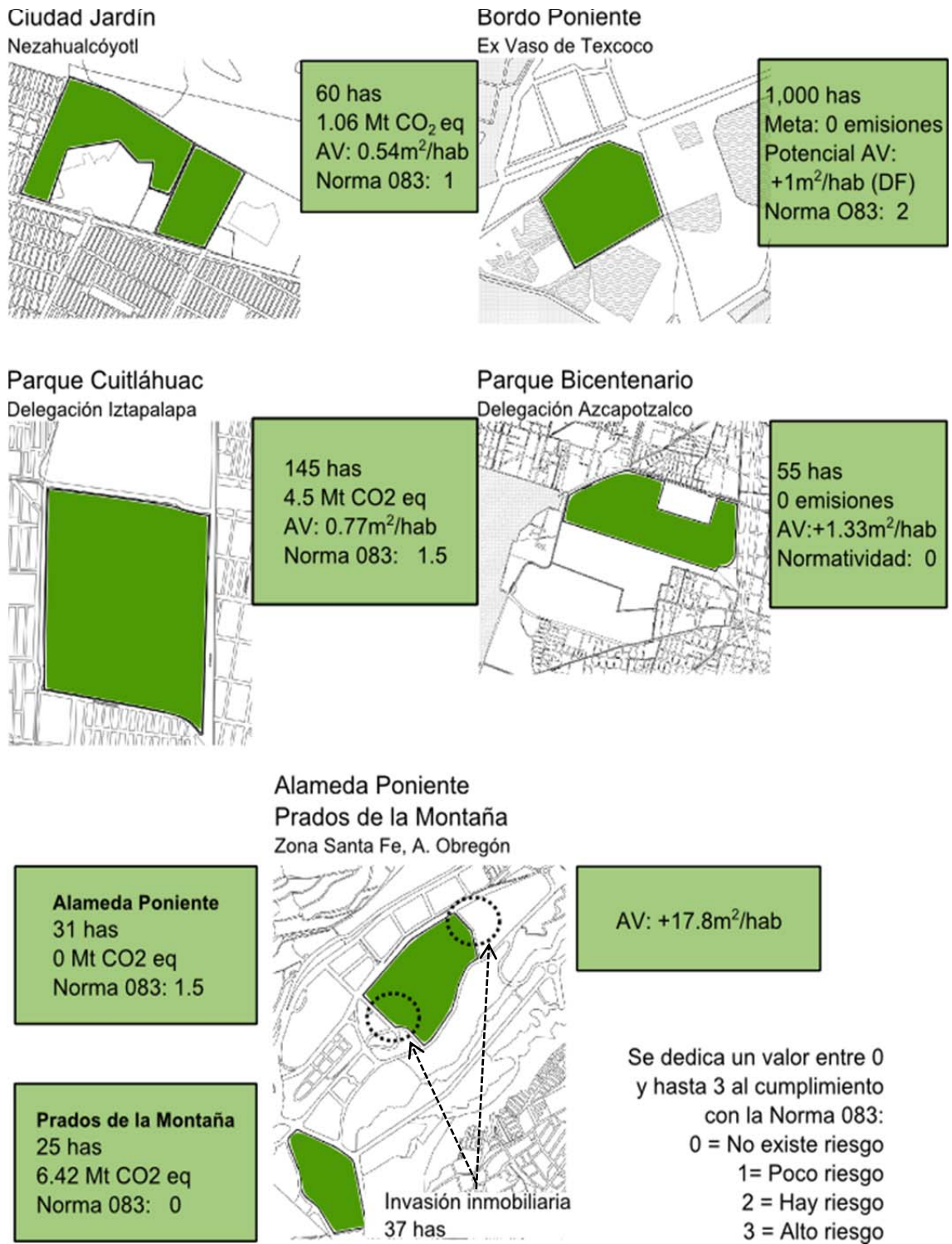
Emisiones

- El Indicador 2 *Emisiones totales de GEI* muestra que los sitios más contaminantes (así como también más aprovechables), son los dos recientemente clausurados: Prados de la Montaña y Bordo Poniente. No obstante, en su tiempo Santa Cruz Meyehualco y la Alameda Poniente emitieron también la misma cantidad de GEI —e incluso más—.
- Estas cifras son producto calculado teórico de emisiones a 21 años; en la práctica los GEI se siguen emitiendo aun después de 21 años, como se puede apreciar en los casos de Santa Cruz Meyehualco y Alameda Poniente. Tampoco se incluyen en este conteo emisiones producto de circunstancias especiales (como incendios), que no coinciden con el cálculo teórico del modelo EPA, así que es difícil saber qué cantidad de emisiones ya se liberaron y cuales están por emitirse.
- El ex sitio industrial Parque Bicentenario es más ecológico por no emitir GEI, aunque cuenta con otros tipos de contaminación al subsuelo y mantos acuíferos.

Cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003

- Las dos subcategorías “Emisiones de gases” y “Captación y tratamiento de lixiviados” de Indicador 3: *Cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003*, permiten englobar toda la información de los estudios técnicos, así como todos los posibles riesgos para el suelo, el aire, el agua, la salud pública y los bienes e inmuebles.
- Para evaluar cualquier tipo de contaminación al subsuelo y mantos acuíferos se debe referir no solamente a la NOM-083-SEMARNAT-2003 sino a la amplia normatividad para sitios contaminados de la SEMARNAT (véase capítulo “Indicador 3: Cumplimiento con la NOM-083”).
- La evaluación de los riegos de los ex tiraderos y rellenos sanitarios resulta incompleta por falta de un monitoreo detallado que permitiría hacer declaraciones exactas sobre el grado de contaminación de suelos y mantos acuíferos.
- No deben faltar recursos para la realización de las pruebas técnicas indispensables y deben realizarse por organismos neutrales, tal vez por dos independientes, para contar con diferentes resultados que puedan ser ponderados.
- Faltan estudios técnicos más extensos, así como transparencia en la información para la población respecto a los riesgos que comprenden los ex tiraderos.

Figura 43: Índice ecológico



Fuente: Elaboración propia

- Los resultados de los monitoreos deben ser divulgados y ser accesibles a todo público, tanto en la Ciudad de México como en el Estado de México y en cualquier otro municipio mexicano. La información sensible referente a la salud pública y a un probable riesgo para los vecinos de sitios contaminados no debe ni puede ser restringida.

Áreas Verdes – AV

- Se necesita una única nomenclatura oficial para todos los municipios mexicanos con el objetivo de referirse a la misma característica y al mismo uso de suelo, cuando se habla en los Planes de Desarrollo de áreas verdes o de otros espacios naturales o naturados. De otra forma no se permite que una declaración o comparación sea homogénea respecto a la existencia y creación de espacios verdes.
- Los metros cuadrados señalados de AV no indican que estos espacios sean aprovechables como parques o sitios de recreación, un ejemplo son las barrancas de la ciudad y las Áreas Naturales Protegidas (ANP), como el Cerro de la Estrella en Iztapalapa, que, además de estar contaminados con basura o pelones, se consideran las zonas de alta peligrosidad (*no-go-areas*). Otro caso son las áreas verdes sin acceso al público, como Prados de la Montaña y las 10,000 ha del ANP del ex Vaso de Texcoco.
- Para medir los beneficios ambientales de AV de una forma más completa, se debe trabajar con brigadas de monitoreo y con más criterios que comprendan los beneficios de las AV para la ciudadanía. Se requieren la medición y la compilación de datos sobre microclima, islas de calor, calidad de aire, humedad, infiltración, etc. También falta ocuparse de medir los beneficios ambientales para el ser humano, por ejemplo el impacto del AV en el estado mental de la población.
- Los municipios más marginados, Iztapalapa y Nezahualcóyotl son a los que menos áreas verdes se les otorgan por habitante mediante los proyectos de revitalización. Con el proyecto Ciudad Jardín-Nezahualcóyotl, se dedica a cada habitante sólo 0.54 m² adicional de AV, además el acceso al público a los nuevos campos deportivos está restringido. En Iztapalapa, el parque Cuitláhuac impacta con sólo 0.77 m² por habitante. El bajo impacto en el aumento del AV disponible por habitante se debe, en ambos casos, a la gran densidad de población de estas dos demarcaciones.
- La zona más rica, Santa Fe, que ya dispone de 75.6 m² de AV por habitante, otra vez es la más beneficiada con sitios residuales revitalizados (AP) o con un potencial de revitalización (PM). Por avaricia, desinterés de los habitantes y la población flotante de Santa Fe, se dedica la Alameda Poniente (AP) a usos inferiores o se está vendiendo (37 ha), por lo que pierde su función como área verde y espacio público. Se debe considerar un nuevo concepto de uso que revitalice la AP y que equilibre la desigualdad espacial en Santa Fe (véase cap. 14 “Propuesta para Santa Fe y sus sitios residuales”)
- Bordo Poniente (1,000 ha en total) y sus alrededores, el terreno del ex Vaso de Texcoco, bajo la administración de CONAGUA (aproximadamente 10,000 ha), implican un potencial enorme no sólo para un notable aumento de área verde por capitalino, sino también para la revitalización de un ecosistema y la restauración de un paisaje urbano histórico que presentó hace años el Lago de Texcoco. Lamentablemente no existe ninguna iniciativa o idea en el proceso de la clausura definitiva de Bordo Poniente para crear un espacio verde en estos terrenos. En la licitación no se detalló en qué forma se debe formar la capa final, no se especifica una capa vegetal o ajardinamiento, y no está prevista una arborización.

13.3 Resumen Índice gestión y valor del suelo (Indicadores 5, 6, 7, 8)

El Índice Gestión y Valor de Suelo maneja cuatro categorías de indicadores: Cambio de uso de suelo del terreno residual y terrenos aledaños (Indicador 5), Gentrificación (Indicador 6), Valor catastral (Indicador 7) y Valor comercial (Indicador 8). Para el Índice Gestión y Valor de Suelo y sus respectivos Indicadores se eligió un eje de observación de 10 años.

Tabla 83: Resumen Índice, Gestión y Valor de Suelo (Indicadores 6,7,8,9)

| Sitios revitalizado y zona perimetral / Delegación | Indicador 6 Cambio de Usos de suelo residual y perimetrales Factor 0 a 3* | Indicador 7 Gentrificación Factor 0 a 3** | Indicador 8 Plusvalor catastral del suelo | Indicador 9 Plusvalor comercial del suelo |
|---|---|---|--|--|
| Bordo Poniente, Zona federal ex Vaso de Texcoco | 0 | 0 | 0% | 0% |
| Ciudad Jardín, Nezahualcóyotl | 1.5 | 0 | N.D. (zona federal) | 300% |
| Parque Bicentenario, Azcapotzalco | 1.5 | 0.3 | 8% | 44% |
| Parque Cuitláhuac Iztapalapa | 1 | 0.3 | -18% | 30% |
| Prados de la Montaña / Alameda Poniente, Santa Fe | 1.33 | 2 | 0% | -57% |

* 0 = ningún cambio / 1 = poco cambio / 2 = cambio / 3 = mucho cambio

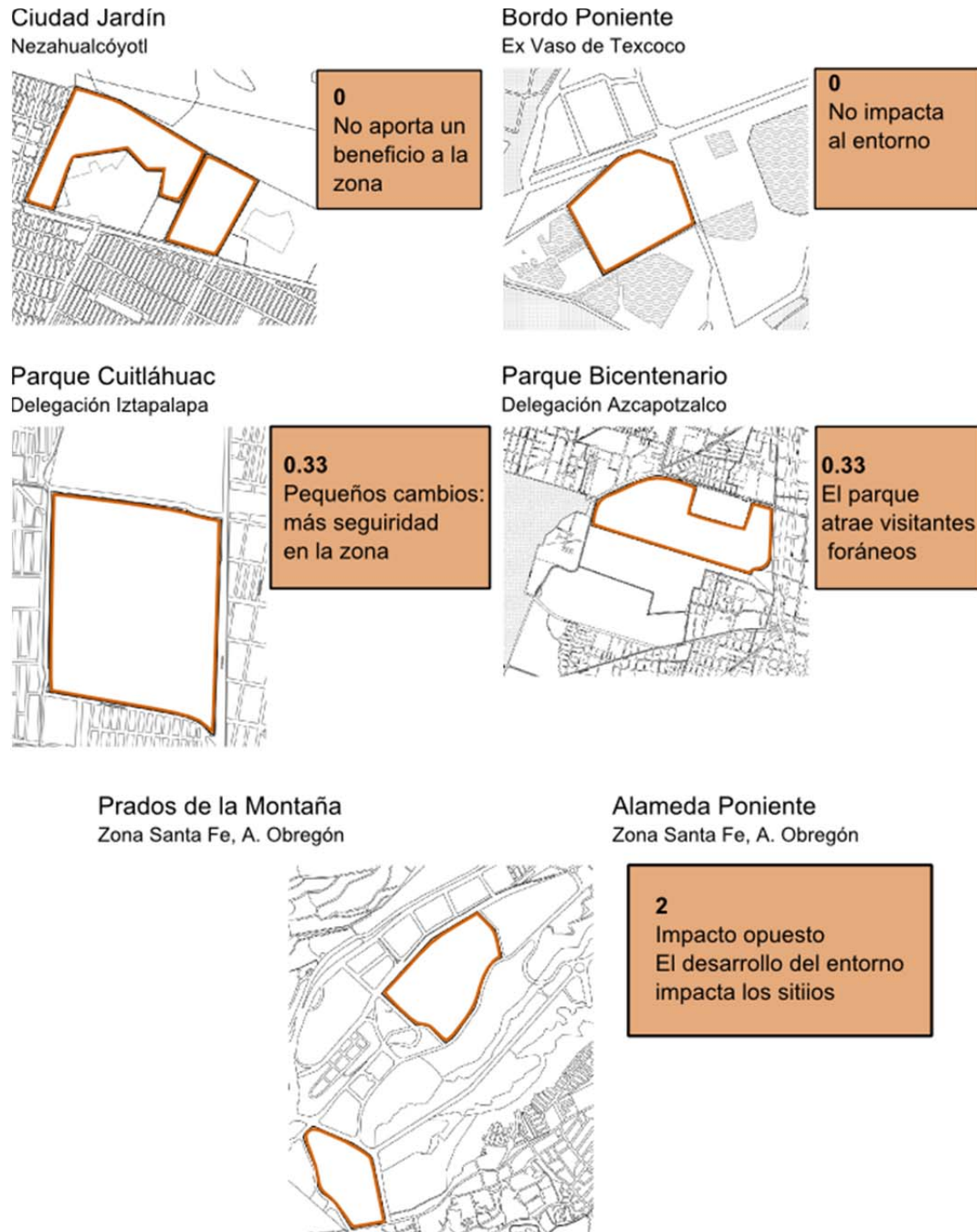
** 0 = no existente / 1 = poco existente / 2 = existente / 3 = frecuente

Fuente: Elaboración propia

Indicadores 5 y 6: Cambio de uso de Suelo y Gentrificación

No existe una tendencia terminante en los cambios del uso de suelo desde el año 2001 hasta el día de hoy. Existen diferentes interpretaciones para las clasificaciones y nomenclaturas que determinan los usos de suelo, por lo tanto el tema de cambio de usos de suelo resultó de menor importancia. Fácilmente se cambia el uso del suelo, o se comentan en el uso del mismo sin que estos se reflejen en el Plan de Desarrollo, tampoco se ejerce penalización cuando no coincide el uso de suelo con la zonificación. En Nezahualcóyotl se trabaja con nuevas nomenclaturas que permiten interpretar de forma libre o multifuncional el nuevo uso de los terrenos revitalizados.

Figura 44: Cambio de Uso de Suelo y Gentrificación

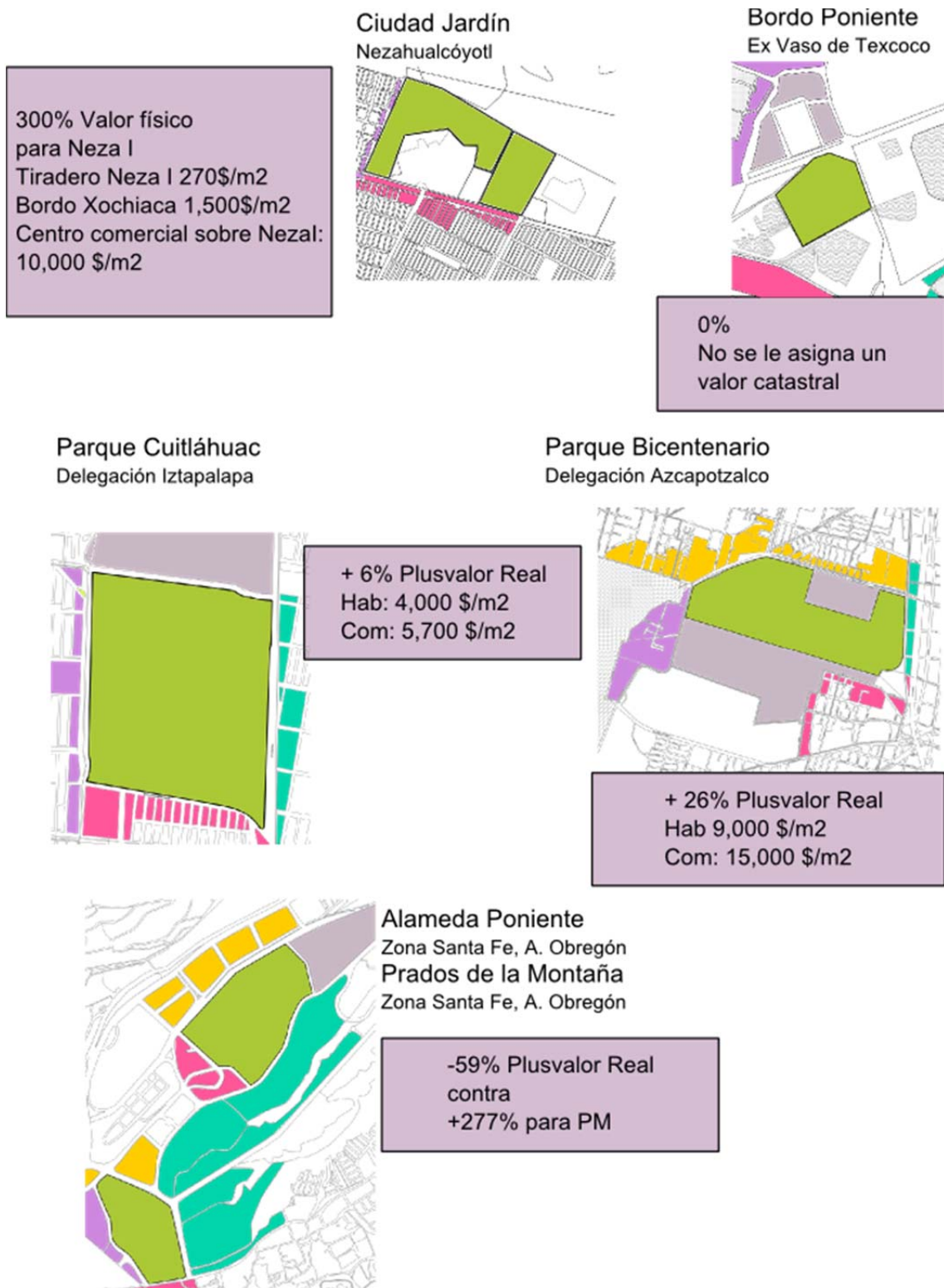


Fuente: Elaboración propia

Resumen

- Gentrificación: Se refiere al grado observable de desalojo y sustitución de usos y usuarios residentes por nuevos usos y usuarios más sofisticados alrededor de los cinco sitios analizados, no se observa mucho cambio de usos y usuarios, dado a que el fenómeno de gentrificación se debe observar a largo plazo.
- De Bordo Poniente (BP) como de Ciudad Jardín (CJ) no existe ningún impacto del sitio a su entorno (Factor 0). Eso significa para Nezahualcóyotl, que no se generó un *upgrading* de la zona como promovió el proyecto Ciudad Jardín; y se deja interpretar que no existe ninguna interrelación entre la zona habitacional-comercial existente y el nuevo desarrollo de Ciudad Jardín; así, con la creación de este proyecto no se generó un beneficio al entorno urbano sino sólo un autobeneficio.
- En Iztapalapa y Azcapotzalco se observan pequeños cambios, según los entrevistados más seguridad en los alrededores de los parques y la presencia de visitantes de otras zonas y hasta de otros países. Aunque la inversión en el Parque Bicentenario (PB - 1900 Mdp) era 13 veces mayor que en el Parque Cuitláhuac (PC - 140 Mdp) y el PB esta mejor reconocido y más visitado, no se refleja esta diferencia en diferentes *upgradings* de sus alrededores.
- En Santa Fe tenemos la mayor gentrificación (Factor 2), con un fenómeno opuesto que se explica por la alta presión inmobiliaria; los cambios se observan como impacto de la zona Santa Fe sobre el terreno revitalizado y no del terreno revitalizado hacia su entorno.
- Falta observar los fenómenos de gentrificación y los cambios de uso de suelo durante un periodo de tiempo más largo (de 10 a 15 años); la gentrificación es un proceso lento, continuo y discreto como se observa en el Centro Histórico, las colonias Condesa y Roma. También se debe considerar que la revitalización de un sitio baldío influye a su alrededor de una forma distinta a la renovación de un barrio o la construcción de una nueva vía de comunicación.

Figura 45: Índice Valor económico del Suelo y Plusvalor



Fuente: Elaboración propia

Indicadores 7 y 8: Plusvalor de Suelo

Sobre los alrededores de Bordo Poniente no se pueden hacer declaraciones o cálculos, primero porque a las zonas naturales protegidas no se les asigna un valor; segundo, porque no existe cercanía a los asentamientos humanos que pueden haber sido impactados de forma directa. El proyecto Ciudad Jardín se ubica también en zona federal, sólo que se cambió su uso de suelo a uso comercial, lo que aumentó el valor físico del terreno en un 300 %. El mismo fenómeno se observa con el terreno de Prados de la Montaña, en ambos casos se benefició sólo el terreno mismo, mientras que en sus alrededores se observan otros fenómenos. En Santa Fe se observa un plusvalor real negativo (-59 %) en los terrenos de los alrededores, mientras que en Nezahualcóyotl siguen los mismos precios que antes. En los diez años de diferencia en la comparación de los precios catastrales de usos comerciales y habitacionales se ubica el plusvalor real más alto en Azcapotzalco con un aumento de 26 %, mientras que en Iztapalapa se aumentó el valor sólo un 6 %, dado que los alrededores del Parque Cuitláhuac son todavía una zona marginada.

Resumen

- No se asigna un valor catastral a las áreas verdes, los tiraderos y los espacios públicos. Esta circunstancia libera o excluye a estos espacios de la comercialización, por un lado; por el otro, todavía no se reconoce el valor de espacios verdes de forma monetaria. En los casos de Ciudad Jardín y Santa Fe resultan como beneficiarios de esta circunstancia los inversionistas que consiguieron un terreno residual “sin valor” para revitalizarlo (apoyados con recursos públicos), cambiar el uso de suelo a un uso comercial y obtener el máximo de ganancia.
- El Estudio concluye que se debe asignar a los sitios residuales y revitalizados el mismo valor económico que los sitios de sus alrededores. Este método se aplica también en el proyecto de Sitios Contaminados de la SEMARNAT (Mendoza y Ruiz, 2012) para no generar un desequilibrio o vacío en la determinación del valor de suelo en una zona.
- En caso de una enajenación (venta, cambio de propiedades, etc.) del terreno residual y contaminado, se surge considerar también los gastos públicos que se invirtieron para su revitalización. Dependiendo del tipo del terreno (terreno autosustentable, terreno en desarrollo, terreno en reserva, véase también *“Tipificación de terrenos revitalizados”*) se pueden absorber los costos entre los diferentes actores del sector público o/y privado.
- Con la venta de 37 hectáreas del terreno Alameda Poniente (administrado por SERVIMET) para construcciones, se obtuvo una buena ganancia (no se sabe para quién), con Prados de la Montaña se aspiró a lo mismo. Se recomienda ya no vender terrenos baldíos públicos, en el caso de que la Delegación planee y decida (con base en el Plan de Desarrollo) cambiar el uso del terreno y permitir usos privados, se pueden concesionar los terrenos durante un cierto tiempo sin necesidad de que sean vendidos. Las ganancias deben estar a disposición de las instancias públicas, para remediar y mantener el mismo terreno y otros espacios de uso público en la misma delegación; para este fin se puede crear un Fidecomiso.

13.4 Resumen Índice ambiental-urbano (Indicadores 9, 10, 11)

Tabla 84: Índice ambiental-urbano

| | <i>Muy bueno</i> | <i>Bueno</i> | <i>Ineficiente</i> | <i>Malo</i> |
|-------------------------------------|------------------|--------------|--------------------|-------------|
| Parque Bicentenario Azcapotzalco | 56% | 31% | 10% | 3% |
| Parque Cuitláhuac Iztapalapa | 21% | 51% | 21% | 7% |
| Ciudad Jardín Nezahualcóyotl | 13% | 43% | 17% | 27% |
| Alameda Poniente Santa Fe | 11% | 19% | 41% | 29% |

0 = Malo, 1 = Ineficiente, 2 = Bueno, 3 = Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

El último Índice diferencia los indicadores: 9: Accesibilidad, Indicador 10: Funcionalidad, e Indicador 11: Equipamiento. Se evaluó en 4 escalas: 0 = Malo, 1 = Ineficiente, 2 = Bueno, 3 = Muy bueno. Los resultados de los cuatro últimos indicadores se presentan de forma resumida por medio del Índice.

El Parque Bicentenario en Azcapotzalco recibe los mejores resultados (87 % “Muy bueno” y “Bueno”) y la Alameda Poniente el peor resultado (41 % “Ineficiente” y 29 % “Malo”).

La mayoría de los usuarios reportan una muy buena accesibilidad al Parque Bicentenario en Azcapotzalco, el acceso al parque es gratuito y no restringido, el parque es muy visitado, hasta sobresaturado durante los fines de semana. La mayoría de las áreas del parque están consideradas de muy buena calidad, principalmente el arbolado, la vegetación, las áreas deportivas; con una buena calidad se reconocen las áreas verdes recreativas, las plazuelas, las bancas, los espacios con agua, sin embargo, faltan espacios de convivencia a la sombra. Se estima la seguridad, la higiene y los servicios gratuitos. Los usuarios mencionaron que hubo un cambio importante con la instalación del Parque Bicentenario para las familias de Azcapotzalco, pues se creó un punto de reunión para familias.

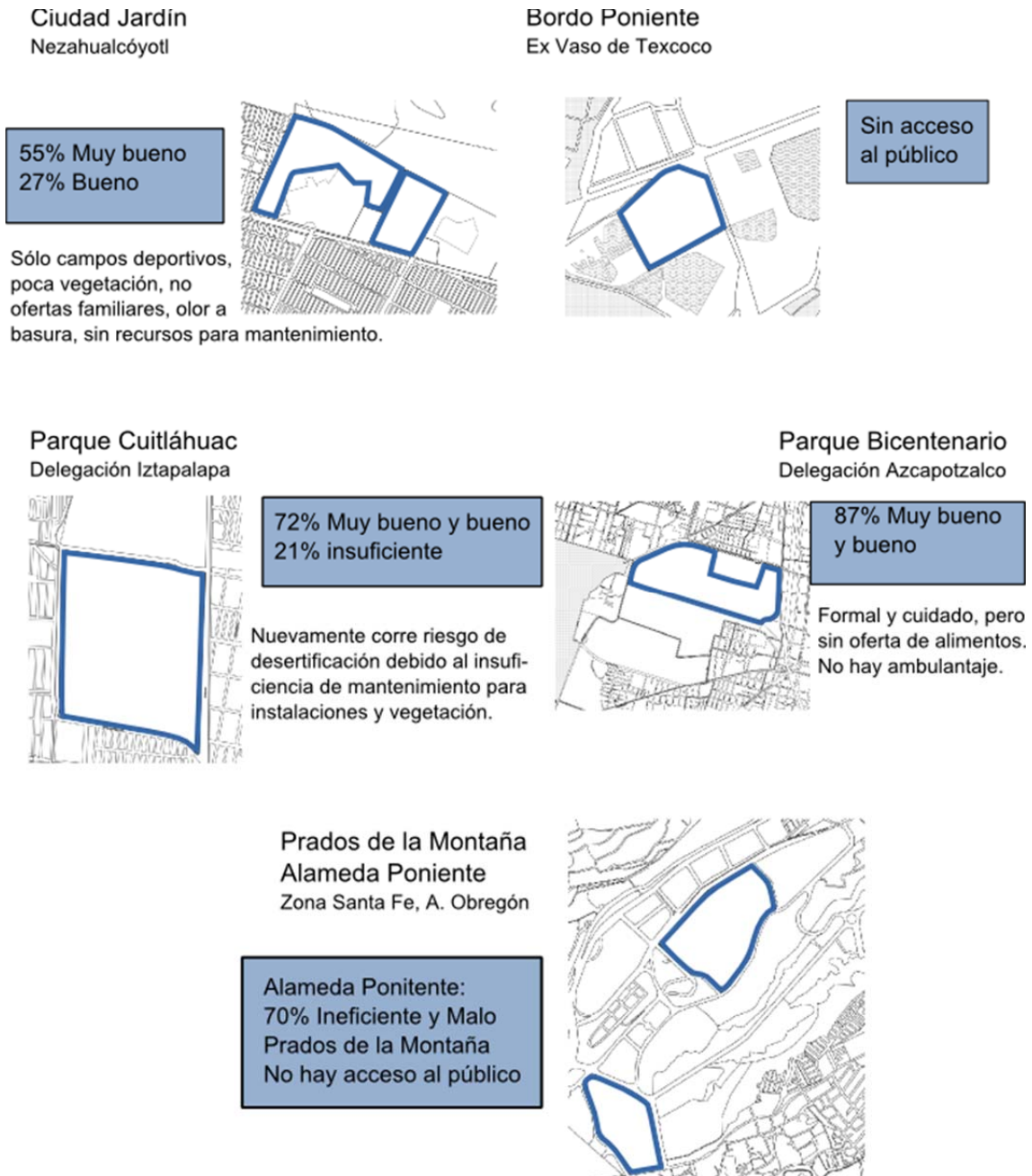
La Accesibilidad al Parque Cuitláhuac en Iztapalapa se reporta en su mayoría como muy buena y buena, pero también se reportan deficiencias. El acceso al parque es gratuito y no restringido, pero no hay control sobre quiénes entran al parque. Los usuarios comentaron que el interior del parque es seguro, pero afuera de las instalaciones no lo es. El mantenimiento del parque, los pavimentos y el alumbrado público lo consideran con un funcionamiento regular. La mitad opina que el equipamiento es bueno, no obstante, existen opiniones que lo votaron como ineficiente y malo (34 %). Se observa una falta de mantenimiento del parque, un gran porcentaje de la vegetación plantada en 2012 ya se encuentra seca por falta de riego, por eso el parque corre riesgo de deteriorarse una vez más, después de su segunda revitalización. No está instalado en toda el área el sistema de captación de los gases que sigue emitiendo y que representan un riesgo para los usuarios del parque, en especial en los campos deportivos.

La Accesibilidad a la Alameda Poniente en Santa Fe se estima como mala, ya que no brinda un acceso fácil y seguro en ninguna de las siguientes modalidades: peatonal, bicicleta y transporte público; sólo se puede llegar en automóvil particular. El tiempo de apertura está restringido y solamente los fines de semana se abre al público que viene del pueblo de Santa Fe y de

colonias aledañas; entre semana funciona como estacionamiento público para la población flotante de Santa Fe. La seguridad del parque está a cargo de policía pública, adentro no hay vigilancia. En general la funcionalidad del parque se estima como ineficiente, al igual que el mantenimiento del parque y la higiene de los espacios. El equipamiento se reporta como malo, pues no existe infraestructura suficiente ni más opciones en la oferta de los servicios y la diversidad de usos, tampoco existe ningún tipo de alumbrado. Asimismo, no se ofrecen espacios de convivencia a la sombra ni áreas para juegos infantiles. En comparación con otros parques parece muy arbolado, pero igual que en todos, le falta mucho riego y mantenimiento. Todo está ya deteriorado o en riesgo de deterioro, además continúan las emisiones de gas, se abren grietas en el suelo y hay fauna nociva.

El acceso a los campos deportivos de Ciudad Jardín está restringido a la población, no hay luz, agua, alumbrado o recolección de residuos, los baños y el gimnasio están cerrados, todo ello por la falta de recursos. El parque aún no se ha entregado al municipio sino que es todavía administrado por un patronato empresarial. En 2013, el gobierno local busca recuperar las instalaciones para que se permita el libre acceso a los deportistas. Los usuarios de las instalaciones deportivas se sienten inseguros porque no ven ningún policía alrededor. El equipamiento se reporta principalmente inexistente (63 %) e ineficiente (21 %). El parque carece de muchos espacios, como juegos infantiles, plazuelas, bancas, sitios de descanso, fuentes, lagos u otros espacios con agua, alguna zona de alimentos o quioscos, además huele a basura. Carece de arbolado y vegetación, hay pocos lugares con sombra, sin embargo, se consideran como suficientes las áreas deportivas y las áreas verdes recreativas.

Figura 46: Índice ambiental-urbano



Fuente: Elaboración propia

Resumen Índice ambiental-urbano

- El Índice ambiental-urbano evalúa la calidad de los nuevos espacios verdes creados, para complementar y detallar el Indicador Aumento de Áreas Verdes. Se aplican tres Indicadores que se consiguen por medio de cuestionarios a los usuarios, los cuales son: (Accesibilidad (I 9), Funcionalidad (I 10) y Equipamiento (I 11). De esta forma se puede evaluar la calidad de los sitios revitalizados en sus distintas presentaciones y condiciones.
- Se realizaron entrevistas en cuatro sitios revitalizados, de los cuales que tres son los parques Parque Bicentenario, Parque Cuitláhuac Alameda Poniente, y uno es un campo deportivo dentro del proyecto Ciudad Jardín (el centro comercial no interesa en este contexto). Para los rellenos clausurados y revitalizados Bordo Poniente y Prados de la Montaña no se puede aplicar el Índice, porque no tienen acceso al público, razón por la están excluidos de la evaluación.
- El Parque Bicentenario recibe los mejores resultados, lo que no sorprende, pues recibió los mayores recursos y recibe continuamente el mejor mantenimiento, financiado y administrado por la SEMARNAT. Los campos deportivos en Ciudad Jardín recibieron el peor resultado, justamente por las circunstancias opuestas: interesó más la construcción de un centro comercial, que el campo deportivo.
- Las nuevas instalaciones del Parque Cuitláhuac, revitalizado una segunda vez, tratan satisfacer todas las necesidades de recreación, sin embargo, no tienen la calidad y la sostenibilidad que las instalaciones del Parque Bicentenario, además se observa el mismo proceso de deterioro que ocurrió después de la primera revitalización de este tiradero en 2003: por descuido, la vegetación (que además está plantada en un subsuelo delicado) está en peligro de dañarse y secarse.
- A pesar de que los espacios revitalizados en Iztapalapa y Nezahualcóyotl son evaluados con evidentes desventajas, la población estima mucho la oferta de estas áreas verdes y deportivas, pues son las únicas de su tipo en la zona.
- La Alameda Poniente en Santa Fe se degradó a un terreno medio deteriorado con usos inferiores e informales, además el acceso al parque está restringido. A la población flotante y de nivel socioeconómico alto no le interesa usar este terreno como área verde, los que usan la Alameda son los habitantes de las zonas más bajas y pobres de los pueblos de Santa Fe.

13.5 Resumen general sobre los índices

- Para obtener un indicador de la incidencia de la de revitalización de un sitio y su injerencia en la modificación del comportamiento de la población y el desarrollo urbano, debe pasar un periodo de tiempo de 10 a 15 años.
- Una dificultad es el levantamiento de datos que se requiere para la aplicación de los diferentes indicadores. Como también en otros campos en la gestión de RSU no existen datos aprobados o información concreta o confiable para diversos campos.
- Para el levantamiento de datos propios que debe contar más recursos humanos y financieros. Datos como las Fichas Técnicas de los Monitoreos, dependen de la voluntad del gobierno y su posibilidad de realizar las pruebas técnicas necesarias.
- Algunos datos deberían levantarse de preferencia mediante organismos independientes para garantizar la neutralidad de la información elaborada y proporcionada.
- Para algunos indicadores resulta difícil la comparabilidad entre los diferentes sitios o zonas. En el caso del Indicador de Mitigación de GEI, los diferentes periodos de operación de los sitios de RSU dan una gama de gran variabilidad y por ello de interpretabilidad. En el caso del Indicador de Aumento de AV, como ya se había comentado, hay dificultad para inventariar y comparar las AV en los diferentes Planes de Desarrollo.
- Especialmente para el Índice del beneficio ecológico se recomienda, además del Indicador de aumento de AV, establecer más indicadores que comprendan los demás beneficios que representan las AV. Eso pueden ser indicadores cuantitativos como factores climáticos como mediciones de humedad, de temperatura, de sombreado, de microclimas, así como de factores de bienestar como de disminución de estrés, de serenidad, hasta los de mayor facultad de concentración y eficiencia.
- Se aprobó que el Indicador 4: Cumplimiento con la NOM-083 se deja aplicar a sitios contaminados/sitios industriales. Para evaluar también sitios contaminados con Residuos Peligrosos se debe referir a otras normas como: NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-133-SEMARNAT-2000, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, NOM-141-SEMARNAT-2003, NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, NMX-AA-132-SCFI-2006, NMX-AA-134-SCFI-2006, NMX-AA-141-SCFI-2006, PROY-NMX-AA-105-SCFI-2007.
- Se podría ampliar el Índice ambiental-urbano con factores socio-urbanos, mediante el análisis de más niveles socio-económicos y de tejidos sociales de los visitantes a los parques y habitantes en sus alrededores.
- Se mencionan los costos de inversión y mantenimiento en los proyectos de revitalización en los que se podían conseguir. Sería interesante también obtener para cada parque creado un cálculo de cuánto se invirtió del costo total para a) saneamiento, b) obras de construcción, c) ajardinamiento. Con estos datos, más los costos para el mantenimiento del parque, se podría crear otro Índice: Financiamiento y mantenimiento del área verde / parque. La media sería el costo (público y privado) por metro cuadrado, costo por habitante de la zona y costo por visitante.

14 Conclusiones y recomendaciones

En el capítulo 14 se concluye primero el *Potencial de revitalización de sitios residuales en la ZMVM*, después, en *Observaciones*, se tratan a detalle las preguntas que surgieron al inicio y durante el desarrollo de la tesis, divididas en cinco grandes rumbos. La última parte, *Conclusiones*, recapitula lo que se considera como *Recomendaciones para Políticas Publicas*.

14.1 Potencial de revitalización de sitios residuales en la ZMVM

En los capítulos anteriores se podían evaluar los aspectos positivos y negativos de los cinco casos de estudio de sitios revitalizados en la Ciudad de México y Nezahualcóyotl. Resultan como factores clave para el éxito o fracaso de un proyecto de revitalización a) la voluntad y política de los respectivos gobiernos en la gestión de sus suelos residuales y abandonados, b) el modelo de financiamiento para proyectos de revitalización, incluso para el mantenimiento después de creados los nuevos espacios, y c) la ubicación del sitio residual que genera diferentes intereses según la zona y sus usos de suelos dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México.

Los sitios analizados —sitios residuales por contaminación de uso industrial o por el confinamiento de residuos— se dejan categorizar en tres tipos básicos que se presentaron al inicio del Estudio: Proyectos Tipo A “Terrenos autosustentables” (*profit project*), Proyecto Tipo B “Terreno en desarrollo” (*borderline profit project*) y Proyectos Tipo C “Terreno en Reserva” (*soported project*) (Preuss, 2005).

Sin embargo, existen otros grandes sitios residuales en la ZMCM que conllevan tanto un riesgo para la urbe como también un potencial de reintegrarse en el uso de suelos urbanos. Además enfrentan otras zonas metropolitanas, tanto en México, como en otras metrópolis de países en vía de desarrollo, situaciones similares respecto a los riesgos existentes por sus sitios residuales que al mismo tiempo se podrían transformar en nuevos potenciales urbanos.

Para la zona metropolitana de México quedan por evaluar los potenciales de los grandes rellenos sanitarios conurbados de Naucalpan (1,400 t/día), Tlalnepantla (800 t/día), Tecámac (800 t + 1500 t del DF por día), Tultitlan (400 t/día), Ecatepec de Morelos (1,000 t/día), Cuautitlán Izcalli (700 t/día), Atizapán de Zaragoza (400 t/día), cada uno dentro de su contexto urbano o suburbano. Como la mancha urbana sigue creciendo de forma rápida e irregular, con desarrollos de viviendas particulares fuera de la ciudad, que consumen mucho espacio, los sitios residuales que antiguamente estaban instalados a las afueras de las ciudades, hoy están ubicados al centro de los suburbios, en la misma planeación equivocada que desde el inicio de la Colonia (véase mapa de Ignacio Castera página 67) Al mismo tiempo se transforma toda la zona rural en el rededor de la zona metropolitana de la Ciudad de México en una corona de comunidades semiurbanas que suministran a la metrópoli con bienes y servicios y dependen económicamente de ella. La exploración y contaminación de recursos naturales, donde contribuyen los tiraderos fuera de control alguno, efectúa más el *hinterland* (Ruiz y Delgado, 2008) que a la ciudad misma.

Además se trasladan actualmente 6,200 toneladas de residuos capitalinos cada día a rellenos a distancias hasta 80 kilómetros a comunidades fuera de la zona metropolitana⁷⁰, así que la problemática metropolitana se está deslocalizando hacia zonas semirurales que

⁷⁰ Las 6,200 t se confían en 2012 en Ixtapaluca, Xonactalan, Cuautitlan Izcalli y Cuautla.

ahora deben enfrentarse con cantidades incontrolables de basura así como la contaminación de vastos terrenos y recursos naturales. Las comunidades no tienen las facultades de prever y prevenir los riesgos y futuros daños o reparaciones que implica el confinamiento de “residuos importados”, además se trata en muchos casos de terrenos privados que carecen de control público alguno.

Contando con una zona megapolitana de 25 millones de habitantes para 2050 que se extenderá entre Puebla, Pachuca, Cuernavaca y Toluca, unas de las responsabilidades principales de los gobiernos será proteger las áreas naturales, densificar (verticalizar) las ciudades interconectadas, mejorar la infraestructura urbana (sobre todo la conectividad vial con sistemas de transporte público), así como prever áreas verdes para los diferentes subcentros megapolitanos. En este contexto la revitalización de los terrenos baldíos y residuales tomara un papel clave, sea para la construcción de viviendas densificadas y zonas de uso mixto, o para la creación y oferta de espacios verdes a la población.

Con el tema de la revitalización de sitios residuales, el mayor esfuerzo lo implica la prevención y mitigación de riesgos para la salud pública, seguida de la protección del medioambiente urbano. Al respecto se deben crear instancias de supervisión y monitoreo para controlar mejor el saneamiento y el impacto al ambiente de los sitios contaminados y revitalizados a largo tiempo. Ejemplos como la contaminación de la empresa Cromatos que dejó 75 mil toneladas de residuos industriales tóxicos que ocasionaron graves problemas a la salud en la colonia Lechería, Tultitlán, demuestran el tipo de herencia negativa que pueden dejar los sitios residuales urbanos. Los costos derivados de la contaminación superan cualquier presupuesto público local y alejan el terreno y sus alrededores de la dinámica urbana. Lamentablemente existen todavía varios ejemplos de sitios altamente contaminados en México, cuya responsabilidad recae con los gobiernos locales. Las características de precios bajos para el suelo, exentos de costos de reactivación y altas concentraciones de suelos contaminados que impiden la viabilidad de un proyecto de reintegración urbana definen estos terrenos como Proyectos Tipo C.

A la par se presenta la pregunta de quien asume los costos para la remediación y el saneamiento de sitios contaminados, sea de mano privada o pública, de ex usos industriales o de post-usos del consumo diario. Existe el principio “Quien contamina paga” para evitar que se carguen las consecuencias de un incumplimiento con la normatividad ambiental a fondos públicos, pero no se aplica. Los operadores o empresas no necesitan pagar de ante mano una garantía para una futura remediación en caso de no cumplan con las normas ambientales definidas para rellenos sanitarios y sitios industriales. Los gobiernos locales se quedan con los sitios contaminados y no disponen de suficientes recursos y facultades para remediarlos, a menudo falta también la voluntad, así se abandonan estos terrenos o, se defieren a inversionistas privados que únicamente tienen intereses especulativos. Así los gobiernos pierden el potencial que implican estos sitios residuales, sea como reserva de suelo urbano con potencial de desarrollo, o como fuentes de energía alterna que representan los residuos confiados.

Muchos sitios de disposición final de RSU aspiran todavía a ganar recursos con el aprovechamiento de biogás, pero no cumplen con la normatividad básica para participar en un proyecto de MDL, que aparte requiere requisitos complicados y costosos, en otros rellenos ya pasó el tiempo para aprovechar de forma viable los gases. Por falta o no dedicación de recursos públicos que facilitarían la recolección adecuada de los residuos municipales, la instalación de la infraestructura necesaria en un relleno, el aprovechamiento

de la materia reciclable o la participación en proyectos de MDL, se concesionan los servicios públicos como las disposiciones finales de RSU a empresas privadas que aceptan el servicio o proyecto solo bajo condiciones que benefician a su propia economía y no al sector público o a la comunidad.⁷¹ No obstante, la producción de energía propia sigue siendo una opción interesante para los municipios que permite amortizar y cofinanciar los costos para la remediación del tiradero, el desarrollo de un proyecto de MDL, la creación y el mantenimiento de espacios públicos y verdes, o allende, la reintegración de terrenos baldíos y residuales en la gestión de suelos urbanos. Lamentablemente los municipios en la ZMCM, no están planeando la gestión de sus disposiciones finales a de forma viable y sostenible, sino que se planea y gestiona solamente a corto plazo y al beneficio o ahorro máximo en el momento.

La evaluación de la calidad de los sitios revitalizados muestra que las áreas verdes, parques y campos deportivos financiados de sus propios gobiernos locales, difícilmente llegan a cumplir las normas ambientales y a poder ofrecer servicios y equipamiento de buena calidad en el largo plazo. Incluso, en algunos casos todavía existen peligros para la salud pública en los espacios revitalizados o considerados como futuras áreas verdes. Por otro lado se tiene que, a razón de nunca haber definido claramente las responsabilidades para el mantenimiento de las nuevas áreas verdes para más que un mandato del gobierno, o entre el gobierno y los operadores o administradores del lugar, se abandonan o deterioran la mayoría de las áreas verdes de nueva creación, a pesar de que en su momento, estos espacios fueron creados con gran propaganda política y/o grandes inversiones públicas. Para evitar la inviabilidad y grandes inversiones iniciales perdidas en proyectos de tal índole, se recomienda desde el inicio la creación de un Fidecomiso donde participan inversionistas o desarrolladores privados y fundadores públicos. En el Fidecomiso se definen responsabilidades y competencias para la administración, la supervisión y el mantenimiento de los áreas verdes y se asignan recursos a largo plazo que pueden ser combinados de ingresos públicos y privados.

Para poder financiar revitalizaciones de suelos urbanos de Proyecto Tipo B y Tipo C se requieren proyectos de Participación-Privada-Pública, sin embargo, deben instituirse responsabilidades terminantes para todos los actores involucrados y compartirse los riesgos que implica la reactivación del suelo urbano entre los inversionistas, los desarrolladores privados y los funcionarios públicos.

También existen ejemplos de revitalización Tipo A, donde el valor de reventa supera los costos de remediación y de esta forma se crean ganancias interesantes, como es el caso del centro comercial Ciudad Jardín y como era el objetivo para Prados de la Montaña. Estos proyectos generan beneficio privado y excluyen el beneficio común, como muestran también los Índices de Gestión y Valor de Suelo donde se genera para estos dos proyectos únicamente plusvalor comercial y “*upgrading*” para el terreno, pero no para la zona circunvecina. La revalorización urbanística no se debe efectuar únicamente bajo aspectos económicos, sino que también se tengan en cuenta aspectos sociales y medioambientales. Esto no necesariamente quiere decir que los espacios públicos recién creados mediante una revitalización tengan que estar desacoplados del dinamismo económico. Todo lo contrario, los resultados del Índice Gestión y Valor de Suelo del Parque Bicentenario Azcapotzalco demuestran un plusvalor económico e impactos positivos de gentrificación en alrededor del

⁷¹ En Alemania después de haber privatizado varios servicios públicos como el gas y la energía durante los últimos 20 años, se los recompran ahora los municipios a las empresas privadas pues fueron mal operados y sin beneficios para el sector público y la sociedad civil.

proyecto y para toda la delegación, aunque sean procesos paulatinos. Desde luego debe existir un instrumento de supervisión y control para excluir la comercialización, privatización y cambio de usos de los sitios residuales y para evitar que los mandatarios públicos se deshagan de su responsabilidad o de su comisión pública y regalen, vendan a bajo precio o hasta especulen con terrenos baldíos y contaminados.

Para desarrollar proyectos viables de energía alterna, y para crear espacios verdes de buena calidad, con fines ecológicos, recreativos y no únicamente lucrativos, se debe desarrollar primero un entendimiento del gobierno local con una respectiva política local de gestión de suelos, así como en la protección del medioambiente y la prevención de riesgos para la salud pública. Como próximo paso, aun en la fase de clausura y con la participación de los operadores o responsables del lugar, se deben encargar estudios técnicos y de factibilidad para la remediación. Después se pueden buscar cooperaciones, inversionistas y recursos públicos, e incluso, apoyo internacional para la remediación y revitalización, para poder trabajar con la participación pública y privada y un gran espectro de actores e interesados todas las fases del proyecto que son: idea, preparación e implementación del proyecto (véase Cap. 5.3.2. fases del proyecto).

Todos los suelos residuales restantes en la Zona Metropolitana de México implican un gran potencial para el desarrollo urbano de la zona metropolitana y para sus múltiples subcentros, en cuanto no se someten a la dinámica del desarrollo urbano actual que está dominado por un mercado privado cuyo interés es especular y beneficiarse con el suelo. Al respecto los gobiernos locales tienen un papel protagónico; primero deben analizar y determinar la oferta y demanda para los diferentes usos de suelo a largo plazo en los Planes de Desarrollo Urbano que deben ser reforzados como instrumento para la gestión de suelos urbanos. La precoz y transparente información de la población sobre contaminaciones de recursos naturales y riesgos para su salud, así como sobre proyectos de revitalización es el primer paso en todas las fases de un proyecto de revitalización. Adicionalmente se requiere mejorar la comunicación y el intercambio de información entre las administraciones municipales y los inversionistas privados en un procedimiento regulado. Únicamente en este contexto se podrán ofrecer instrumentos económicos (amortizaciones, fondos inmobiliarios), como incentivos que realmente puedan interesar a los actores del sector privado y al mismo tiempo facilitar un proyecto de revitalización (Schwanse y Schmidt, 2013).

No se genera una contradicción entre el uso económico, energético y ecológico de sitios residuales; se pueden crear de forma viable y sostenible espacios de bien común, de beneficio energético-económico y activos ecológicos. Eso siempre y cuanto haya voluntad política, se encuentren los actuales responsables y futuros actores para la restauración del suelo contaminado, y se busquen modelos de financiamiento entre el sector privado y público o con el empleo de fondos públicos. Es de vital importancia que acabe la política de especulación y retención de suelos urbanos que beneficia al mercado privado en lugar de la población, y se aplique en todo el campo de impactos ambientales el principio “quien contamina paga”. La participación ciudadana en la planeación, creación y el cuidado de nuevos espacios públicos y áreas verdes es otro punto clave como garantizar la sustentabilidad de los nuevos espacios creados a largo tiempo.

14.2 Observaciones

Gestión de RSU en la Ciudad de México

- Ante todo, los municipios mexicanos deben reducir el consumo de productos desechables, así como concientizar no solamente a la población sino a todos sectores involucrados en la generación de los diferentes tipos de residuos (industriales, comerciales, de servicios, habitacionales).
- Programas de recolección, separación y recuperación de materiales reciclables se pueden extender a todos sectores, sobre todo cuando los gobiernos definan las responsabilidades expandidas (Schwanse, 2011) de los actores involucrados en el ciclo de vida de un producto.
- Definir las responsabilidades incluye también a la misma administración pública, en donde la gestión de residuos se distribuye entre diferentes departamentos que deben ser mejor coordinados entre ellos y respecto a sus tareas (Ecología, Obras públicas, Áreas verdes y Panteones, etc.).
- El presupuesto del GDF para una gestión integral de RSU debe repartirse y alcanzar para todos los diferentes departamentos y tareas en la Ciudad de México; de igual manera se deben definir las respectivas responsabilidades y recursos.
- De la misma manera se deben coordinar todas las comunidades de la ZMVM en la gestión de RSU, lo que incluye una coordinación metropolitana con cooperación en asuntos administrativos, logísticos y financieros entre el DF, Estado de México e Hidalgo.
- La implementación de nuevas tecnologías, diseños y métodos requiere una planeación y gestión de más de una fase de gobierno; que en los municipios mexicanos dura 3 años.
- La concesión de la recolección y disposición final a terceros resulta muy costosa o no bien cumplida por parte de las empresas encargadas. En lugar de concesionar y privatizar servicios públicos se deben buscar soluciones incluyentes encabezadas por políticas públicas y ejecutadas estipuladas por el municipio.
- En especial, se debe incluir al sector informal ya existente, y mejor conocedor en la recuperación y comercialización de materiales reciclables; no obstante, éste debe formalizarse y someterse a reglas comunes y de beneficio para la comunidad y el medioambiente.
- Desde luego no es posible ocupar y contaminar grandes terrenos en las zonas metropolitanas para el confinamiento de residuos, se deben encontrar nuevas soluciones menos contaminantes y derrochadoras en el uso de suelos.
- Queda abierta la discusión en la Ciudad de México sobre qué otras nuevas tecnologías de punta pueden ser las adecuadas, en términos técnico-operativos, financieros y ecológicos para acabar con el confinamiento de los residuos en la ZMCM y dedicarlos a la incineración u otras tecnologías tipo *waste-to-energy*.

Disposiciones finales de RSU y sus post-usos

- Prioritariamente deben ser considerados, restringidos y eliminados los peligros y riesgos para la salud pública y el ambiente que presentan los sitios contaminados, tiraderos y rellenos sanitarios. Los proyectos de saneamiento y remediación deben ser obligatorios para todo el terreno hasta sus alrededores, que además requieren de vigilancia y control público.
- Se recomienda elaborar para cada sitio, desde la fase de su planeación, un presupuesto para todos los procesamientos técnicos de saneamiento, instalaciones adecuadas para la captación de biogás, lixiviados y aguas pluviales, así como para el mantenimiento, el monitoreo y la remediación.
- Para todos los sitios contaminados, públicos y privados, se requiere de suficientes recursos para realizar continuamente y a largo plazo monitoreo ambiental, así como estudios técnicos independientes; los resultados deben presentarse como información pública y transparente, que formen una base para definir futuros usos de suelo y proyectos de remediación.
- La realidad mexicana muestra que los sitios de disposición final se pueden dedicar en su fase de post-uso a cualquier tipo de uso, tanto público como privado. Si los desechos encontrados representan un obstáculo, se excavan y trasladan a otros sitios, como en el caso del centro comercial en Santa Fe o de Neza I. Debe existir un reglamento que prohíba remover el suelo contaminado a otros lugares, debe ser saneado en el mismo lugar, igual que el tratamiento de las aguas residuales y pluviales.
- El futuro uso del terreno residual debe considerar las condiciones del subsuelo y los peligros ambientales, hasta la fecha no existen especificaciones y prohibiciones sobre cómo reutilizar el terreno respecto al grado y peligro real de su contaminación.
- No está definido en una normatividad cómo se gestiona la responsabilidad para el sitio y el subsuelo cuando se vende el terreno y cambia de usuario, y cuando se detecta un impacto negativo o un peligro para el ambiente o la salud pública. El principio “quien contamina paga” debe especificarse en normas que definan las responsabilidades a largo plazo y garantías para los operadores (públicos y privados) del lugar.

Aprovechamiento energético de los RSU y mitigación de GEI

- La mitigación de GEI en combinación con la producción de energía es una opción interesante para los municipios mexicanos que tienen grandes sitios de disposición final.
- Como lo predica la NOM-083, debe existir desde el inicio un sistema para la captación de los gases emitidos por un relleno sanitario. La construcción de una planta eléctrica para transformar los gases en energía limpia es rentable a partir del quinto año de operación y deja ser rentable 15 años después de la clausura del sitio.
- Se deben facilitar a los municipios mexicanos, gestores de los rellenos sanitarios, los medios para poder aprovechar las fuentes de energía alterna que representan los rellenos sanitarios; no obstante, debe cumplirse primero con los estándares ambientales para evitar cualquier riesgo para la salud pública y el medioambiente.

- La producción de energía por fuentes alternativas debe ser más subsidiada en comparación con las energías fósiles. Faltan más incentivos por parte del gobierno para promover y hacer más viables proyectos de energías limpias.

Revitalizaciones de sitios residuales y áreas verdes

- Todavía no se considera por parte de los gobiernos estatales, locales y de la población en general que los sitios residuales representan un gran potencial para reciclarse y reintegrarse en el uso de los suelos urbanos. Las nuevas áreas creadas se prestan para fines ecológicos, económicos y sociales con grandes beneficios para la ciudadanía y toda la zona metropolitana.
- Según cada zona, se debe valorar si se requiere una densificación de la zona con nuevas construcciones, o la creación de más áreas verdes. En las delegaciones donde el área verde es menor de 10 m² por habitante, se deberían inhibir construcciones en terrenos baldíos como ex tiraderos. Su nuevo uso debe destinarse a la creación de un área verde y ser subvencionado.
- Se requiere de una visión y una planeación integral para la revitalización de sitios residuales en las urbes donde participan actores de todos niveles (zona metropolitana hasta actores locales). En general faltan conceptos y una planeación sostenible a largo plazo, que considere a los diferentes actores y la ciudadanía para garantizar un uso público, seguro y constante de los sitios revitalizados.
- Faltan recursos para el mantenimiento y la sostenibilidad a largo plazo de las nuevas áreas verdes. Desde el inicio deben preverse los recursos necesarios en todas las fases (saneamiento, planeación, construcción, mantenimiento), así como establecer un organismo que se encargue de estas tareas. Se recomienda analizar en qué forma se podrían encargar y responsabilizar Fidecomisos que estén conformados por sector privado, el gobierno y la sociedad civil, y que dispongan de recursos propios y de poder de decisión.
- A menudo no se plantea el tipo de vegetación adecuada para suelos de disposiciones finales de residuos, en los que la presencia de biogás ocasiona asfixia por falta de oxígeno y altas concentraciones de carbono, ácido sulfhídrico o compuestos orgánicos halogenados que resultan tóxicos para las plantas. Las experiencias obtenidas, como los estudios de las primeras reforestaciones y los estudios experimentales sobre la vegetación resistente al subsuelo en el Parque Cuitláhuac podrían profundizarse y difundirse en un amplio radio para evitar costosas e infructuosas planeaciones en otros sitios con suelos difíciles similares.

Planeaciones y visiones para la ZMCM

- En cuanto al desarrollo urbano influye a la gestión del suelo la ausencia de una visión y planeación metropolitana, dirigida por los mismos objetivos de beneficiar el medioambiente, la deficiencia de las normas y reglamentos y la ausencia de instrumentos de actuación.⁷²
- La desigualdad que existe dentro de la Ciudad de México y entre diferentes zonas, también se nota tanto en la distribución de las áreas verdes y los parques públicos, como en la calidad y el cuidado de las mismas. En la creación, disposición y cuidado de áreas verdes, las

⁷² Véase también: Una visión para la ZMVM, Metrópoli/ 2025, 2006

zonas más marginadas y menos atendidas como Iztapalapa, Azcapotzalco y Nezahualcóyotl, siguen siendo las menos beneficiadas.

- Con un debate público sobre el futuro uso del Bordo Poniente y el ex Lago de Texcoco se podría retomar y adelantar la discusión que comenzó hace veinte años: ¿Cómo garantizar la sustentabilidad de nuestra ciudad?
- Necesitamos propuestas integrales para el Bordo Poniente como parte del ex Lago de Texcoco, para el rescate hidroecológico y la revitalización de terrenos baldíos, lo que aportaría mejoras al clima, al hábitat, al medioambiente y a la calidad de vida en la Ciudad de México y en toda la Cuenca del Valle de México.

14.3 Recomendaciones para políticas públicas

Gestión de suelos / Planes de Desarrollo

- Los Planes de Desarrollo Urbano y sus correspondientes reglamentos y directrices no representan un instrumento consistente para proteger a los terrenos residuales y a las áreas verdes de la privatización, la invasión o los cambios de uso de suelo.
- Existe confusión y falta de transparencia en el marco legal y en la asignación de competencias para la administración y el manejo de áreas verdes, parques y sitios residuales y contaminados. Esta situación provoca la ausencia de, abusos por fines lucrativos, o abandonos de los sitios residuales y de áreas verdes. control y cuidado público
- Los ejemplos de comercialización y privatización, apropiación y abuso, así como de contaminación de terrenos baldíos y zonas verdes en la Ciudad de México piden:
 - a) Instrumentos preventivos para la regularización y mantenimiento de estas áreas.
 - b) Mejor protección y control de estas áreas.
 - c) Concientización del ciudadano para proteger y cuidar de sus áreas públicas y verdes.
- Se debe crear un instrumento que a largo plazo (mínimo 50 años) excluya la comercialización, privatización y cambio de usos de los sitios de disposición final clausurados cuando ya se invirtieron recursos públicos en el terreno, o cuando en el Plan de Desarrollo se define el suelo como área verde o espacio abierto.
- El municipio o la delegación, como autoridad competente, decide qué uso futuro tendrá un terreno residual con potencial de desarrollo, de preferencia que se quede en manos públicas, o se concesione, pero debe encargarse de que no se venda.

Regulación ambiental y Áreas Verdes

- Se necesitan otras leyes y programas más estrictos o terminantes de regulación ambiental, ordenamiento territorial y para la transformación de sitios residuales en terrenos con nuevos usos.
- Al nivel político no se ejecutan las leyes y reglamentos existentes para impedir y controlar actos ilegales respecto a la gestión de los Suelos Urbanos y de Suelos de Conservación, en muchos casos las mismas instancias gubernamentales están involucradas en el cambio de

uso de suelo a favor de la construcción y la comercialización, en lugar de la protección de los recursos naturales y las áreas verdes.

- El rescate del espacio público es de vital importancia para el desarrollo social, por lo que se requiere contar con leyes y reglamentos en donde se establezcan los derechos y obligaciones del gobierno y la sociedad acerca de estos espacios. De ahí que se plantee la creación de una Ley de Espacio Público para el Distrito Federal (Rivas, 2004).
- Se requiere una renovación del Artículo 34 del Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal de 1982 – separación AV e EA y precisión de la definición para AV.

NOM- 083- SEMARNAT-2003 y MDL

- No se define en la NOM-083-SEMARNAT-2003 vigente con suficiente detalle qué usos se excluyen o permiten en la fase de post-uso de los sitios de disposición final de RSU. Los monitoreos reglamentados no se realizan de forma correcta y no conllevan consecuencias en cuanto a prevenciones o restricciones para el post-uso del suelo y para garantizar la exclusión de riesgos para la salud pública.
- Se carece de una unificación para el uso de suelo como disposición final de RSU. Se debe también diferenciar entre la fase de uso y la fase de post-uso, este último debe incluir aclaraciones sobre el grado de contaminación y con ello sobre sus posibles usos posteriores. Hasta la fecha se puede denominar el uso de un tiradero en su post-fase como “Área Verde” sin pedir declaraciones sobre el estado del subsuelo y riesgos por contaminación.
- La Norma 083 establece el monitoreo del sitio hasta por lo menos 20 años después de su clausura por medio de Unidades Verificadoras, sin embargo, sus recomendaciones no son legalmente válidas. En el caso de las Brigadas de Monitoreo para los sitios clausurados en el DF, se dejó la vigilancia de los pequeños sitios después de 20 años, mientras para los grandes sitios ya no se toman pruebas técnicas de biogás y lixiviados desde 2009 por falta de presupuesto.
- La remediación y el monitoreo de tiraderos clausurados (y remediados) deben ser supervisados por un organismo neutral (como Unidad Verificadora) y con un presupuesto suficiente para monitorearlo hasta mínimo 25 años después.
- Los resultados y reportes de los monitoreos no se deben considerar como puras recomendaciones sino que deben de tener un carácter obligatorio en cuanto a las medias por tomar, retoques técnicos, accesibilidad del terreno, protección del entorno urbano, así como respecto a futuros posibles usos.
- Por decreto debe sanearse el terreno residual antes de dedicarse a nuevos usos, todo se debe de tratar y sanear *in situ* según controles de calidad y estándares internacionales.
- Existen muchos programas y anteproyectos para la mitigación de los GEI y el aprovechamiento energético de aquéllos, pero, a pesar de las ganancias esperadas por la participación en MDL y la venta de Bonos de Carbono y de energías alternas, no se implementan. Falta iniciativa y voluntad política, estudios de rentabilidad, así como la capacitación y el apoyo técnico a los gobiernos locales que faciliten la toma de decisiones y la realización de tales proyectos.

15 Propuesta de revitalización para los sitios residuales de Santa Fe

15.1 Propuesta para Santa Fe y sus sitios residuales

“De acuerdo con el dictamen, Santa Fe presenta insuficientes vías de comunicación, desigualdad socioeconómica, segregación ambiental, contaminación de sus barrancas, y desaprovechamiento de sus capacidades ambientales.” (Programa Parcial de Desarrollo Urbano de Santa Fe, 2012)

Con la siguiente propuesta se aspira armonizar la desigualdad espacial en Santa Fe, regresar el valor ambiental a los terrenos correspondientes y reordenar los espacios residuales con el fin de que se faciliten usos aptos, viables y sostenibles en los sitios residuales, no únicamente para el nuevo desarrollo, sino también para el pueblo de Santa Fe. Al mismo tiempo se aspira crear en Santa Fe un nuevo atractivo para todos los habitantes y visitantes de la Ciudad de México, con ofertas culturales y de divertimento de alto nivel.

15.1.1 Situación en Santa Fe

Vivir, trabajar y descansar

Santa Fe tiene 34,494 habitantes a los cuales diariamente se suman 185,000 personas en tránsito (*commuters*) que llegan a esta zona para estudiar, para trabajar en alguna de las sofisticadas oficinas, o para chambear como albañil o en la limpieza para alguna de las cientos de empresas y corporativos que se establecieron desde 1994 en las 931 hectáreas de la *Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC)* de Santa Fe. Cabe mencionar que antes del desarrollo de este “nuevo modelo de ciudad” (Valenzuela, 2007) ya existían los pueblos en las barrancas (“ciudades perdidas”), como también el pueblo de Santa Fe.

En comparación con las otras delegaciones del DF, Santa Fe no es solamente la más rica sino también la más agraciada en la disposición de espacios verdes por habitante, con una densidad poblacional de 37 habitantes por hectárea⁷³ y 75.8 m² de Área Verde por habitante en la zona.⁷⁴

La unidad administrativa para Santa Fe, la Asociación de Colonos Santa Fe, A.C. (ACSF)⁷⁵, apunta que la particularidad de Santa Fe son los pocos residentes frente la inmensa cantidad de personas que se desplazan, y que todos requieren infraestructura y servicios de nivel primermundista sin contribuir a los gastos de inversión y mantenimiento de aquéllos, razón por la cual se formó en 2004 un Fidecomiso.⁷⁶

⁷³ Santa Fe pertenece a la delegación Álvaro Obregón, con una densidad poblacional de 119 hab./ha; Iztapalapa 156 hab./ha, Nezahualcóyotl 174 hab./ha.

⁷⁴ A cada persona se dedican 76 m² de AV en Santa Fe, en su delegación Álvaro Obregón (con el Parque Chapultepec) 35.8 m²/hab., en Iztapalapa 10.3 m²/hab. Fuente: Monitoreo de Áreas Verdes, SMA, 2005.

⁷⁵ En 1994 se constituye la Asociación de Colonos, tiene como objetivo central de la representación de los propietarios, promisorios y arrendatarios de inmuebles localizados en Santa Fe. En 2004, la Asociación de Colonos Zedec Santa Fe, A.C. (ACSF) firmó un Convenio de Aportación con GDF para administrar, ejercer y comprobar los recursos económicos que el GDF aportará para el mantenimiento de la infraestructura y servicios urbanos de la zona.

⁷⁶ Se dedicaron entre 2004 a 2012 del GDF 48Mdp por año a un Fidecomiso privado para el alumbrado público, bacheo, servicios de limpia, seguridad pública y parques y plaza de Santa Fe, además recibió

En la evaluación de la calidad de cinco sitios revitalizados en la Ciudad de México (véase Indicador ambiental urbano) la Alameda recibió los peores resultados respecto a su accesibilidad, equipamiento y funcionalidad.

Pobladores de Santa Fe, organizados en asociaciones como Vecinos de Prados de la Montaña y la Asociación Vive Tarango, han protestado ante los planes de comercializar Prados de la Montaña y presentaron en 2010 el proyecto *Parque Ecológico Bicentenario Santa Fe*, que incluye un sistema de transporte público en circuito, el aprovechamiento del biogás del relleno Prados de la Montaña y el rescate de la Alameda Poniente. El proyecto podría participar como Mecanismo de Desarrollo Limpio con en el aprovechamiento del biogás. En este proyecto habían participado, hasta 2011, el Frente Ciudadano del Poniente, la Embajada de Canadá, la Fundación Clinton, empresarios, colegios particulares de la zona, asociaciones como Biomasa y Biogás, Cruz Blanca, la ACSF y la Confederación Internacional de Ecologistas de México.

La protesta de ambientalistas y residentes de Santa Fe contra la supervía que elimina con su puente “Tarango” una parte de la AVA (Área de Valor Ambiental) de Tarango y de la ANP (Área Natural Protegida) La Loma. Como compensación ambiental se realizó en 2011 un Programa de Reforestación con el que se replantaron árboles en la Alameda, dos años después la mayoría ya estaban muertos. Ocurrió lo mismo que con la otra gran parte de los árboles iniciales del parque, que sufrieron con el subsuelo residual sin nutrientes y además carecieron del riego necesario.

Años después se creó el proyecto *Parque Ecología de Tarango* en la barranca Tarango, que se usa para tirar clandestinamente cualquier tipo de basura.

En abril de 2012 la Asamblea Legislativa del Distrito Federal aprobó el nuevo PPDU para Santa Fe con un dictamen para elaborar un proyecto sustentable para Santa Fe, se creó un nuevo Fideicomiso público que sustituyó al Fideicomiso privado y define los nuevos lineamientos de desarrollo urbano y de usos de suelo. Los desarrolladores de Santa Fe ahora están obligados a presentar un Estudio de Impacto Urbano antes de que se realice cualquier construcción. De los montos de compensación derivados de los estudios de impacto urbano y ambiental de las obras que se realicen en el complejo, el 10 % deberá destinarse en el futuro a mejoras urbanas y ambientales.

En el capítulo 3.14. *Espacio Público* de la versión para la consulta pública del PPDU (SEDUVI, 2012) se manifiesta: “Recuperar, valorizar y humanizar los espacios públicos de Santa Fe, en particular los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña, asignándoles como

Figura 49: Propuesta para un programa ambiental en Santa Fe



Fuente: Excelsior, 12 de marzo de 2010

destino, parque público a fin de que los mismos no sean utilizados en el futuro para ningún otro uso.”

Figura 50: Visualización del proyecto de Parque Bicentenario Santa Fe



Fuente: OFA, 2010

15.1.2 Resumen de los sitios residuales y revitalizados de Santa Fe

En 2009 se encargó a la empresa Tecnosilicatos un estudio de viabilidad para el saneamiento y la transformación de Prados de la Montaña en un parque con usos recreativos y deportivos. Una oficina de arquitectura elaboró en 2010 un anteproyecto para el uso recreativo del mismo terreno. La Asociación de Colonos de Santa Fe ha declarado interés en obtener el terreno para poderlo administrar y darle mantenimiento, argumentan que esto sería más fácil de lograrse si fuese propiedad de ellos, con uso como zona verde de acuerdo a la ACSF.

Marco de planeación

Basados en esta situación y estas condiciones se retomaron las ideas que se desarrollaron por diferentes actores para Santa Fe, y se resumen las áreas de oportunidad para los sitios residuales de esta zona que se detectaron en el análisis:

- Según la tipificación inicial del estudio (véase página 41) ocurren diferentes fenómenos con las disposiciones finales clausuradas en la Ciudad de México. Los sitios de Santa Fe se caracterizan como tipo C o D:
C) Los terrenos contaminados pierden su valor catastral, mercantil, ambiental y social por cuya causa se ausenta cualquier tipo de actividad formal y/o continua. Un ejemplo es la Alameda Poniente que está abandonada o sirve como estacionamiento.

D) En zonas de alto valor predial los terrenos vacíos o baldíos se enfrentan a la especulación inmobiliaria que genera conflicto con los intereses y beneficios comunes, como en el caso de Prados de la Montaña en Santa Fe.

- En Santa Fe se observa una alta presión inmobiliaria sobre los sitios residuales y terrenos baldíos, lo que genera una situación opuesta respecto al fenómeno de gentrificación: el mejoramiento barrial que generó la revitalización de un tiradero no influyó en su entorno, sino que el entorno impactó al terreno revitalizado y se lo está incorporando.
- La Alameda Poniente es un caso especial que más bien sobra como área verde en el nuevo desarrollo de Santa Fe, mientras que a los pueblos vecinos les faltan espacios recreativos. Existe una discrepancia en la demanda: los *commuters* requieren el terreno para usos inferiores (por ejemplo estacionamiento, helipuerto) mientras que los pobladores suben al parque deteriorado con fines recreativos.
- La zona más rica, Santa Fe, que ya dispone de 76 m² de AV por habitante, otra vez es la zona con sitios residuales ya revitalizados o con un potencial de revitalización más beneficiada. Los dos sitios revitalizados se acreditan a cada habitante con 18 m² de AV.

Se debe considerar un nuevo concepto de uso que revitalice la Alameda Poniente y que equilibre la desigualdad espacial en Santa Fe.

- El único relleno sanitario en la Ciudad de México que merece al momento denominarse de “0 Emisiones” es Prados de la Montaña. La gran oportunidad de producir un beneficio económico durante 21 años de 181.9 millones de pesos se termina, según el modelo de cálculo para el aprovechamiento de biogás (según EPA), en 2019.
- En el monitoreo de 2013 de la Alameda Poniente se reporta: “...se ha detectado la presencia de biogás en la zona central del sitio, así como migración hacia la periferia del mismo”, “...la infraestructura para el control de biogás ha sido afectada”, y “Cabe aclarar que el sitio a pesar de haber sido clausurado aproximadamente en 1987, continúa generando biogás.” Se resume que: “Debido al alto riesgo por la concentración de metano que presentan los pozos para control de biogás, y la falta de mantenimiento de cubierta del sitio, se requiere que el sitio permanezca con acceso restringido”.
- En el mismo año para Prados de la Montaña se reporta que: “Todavía existen predios cercanos que no han sido construidos, razón por la cual es de interés verificar la condición que presenta el sitio para garantizar la seguridad en el desarrollo de nuevas edificaciones.” “El sitio por sí mismo no genera contaminación considerada de riesgo para la población circunvecina,” y “...los lixiviados no representan riesgo sanitario.”
- Prados de la Montaña no se aprovecha como área verde pública, por su restricción de acceso está excluido de la evaluación del Índice ambiental-urbano. Sin embargo, en el PDDU de 2012 se menciona esta área como parque para la población de Santa Fe.
- Con la venta de terrenos residuales, como pasó en la Alameda Poniente y como se pretendió con Prados de la Montaña, se pueden obtener buenas ganancias, que lamentablemente no se invierten de nuevo en el sector público para gestionar o mejorar la misma problemática en el mismo sector.

→ Se recomienda ya no vender terrenos baldíos públicos. En caso que se planee y decida por la Delegación o del Gobierno correspondiente, manifestado con base al Plan de Desarrollo, cambiar el uso del terreno y permitir usos privados, se pueden concesionar terrenos e inmuebles públicos por un cierto tiempo sin tener que ser vendidos.

- Las ganancias deben estar a disposición para remediar y mantener el mismo terreno y otros terrenos de uso público en la misma delegación; para este fin se puede crear un Fidecomiso que administre terrenos y/o inmuebles como en el caso de Santa Fe los ex tiraderos, los parques y las áreas verdes.
- Faltan conceptos sostenibles que protejan los sitios residuales y revitalizados, ya sea ante el deterioro o ante usos informales que degradan los espacios verdes y conllevan inseguridad. Para desarrollar estos conceptos se deben integrar desde el inicio actores interdisciplinarios e intersectoriales en la discusión y planeación (véase Capítulo “5.3. Concepto para la revitalización”).
 - Existen dos sitios revitalizados comparables de la misma época (finales de los 80): el Parque Cuitláhuac en Iztapalapa y la Alameda Poniente, ambos se deterioraron por descuido y falta de recursos para el mantenimiento. Para su creación fueron invertidos recursos mayores y el GDF y las delegaciones propagaron sus nuevos espacios verdes y parques para los ciudadanos.
- ¿Cómo se puede evitar la inversión de recursos públicos una segunda vez en una revitalización del mismo terreno ya una vez revitalizado y después desatendido por el sector público?

Declaraciones del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe 2012

“Por su tamaño destacan dos áreas verdes, Prados de la Montaña y Alameda Poniente, que en un futuro se plantean como parques urbanos. No está consolidada como un parque urbano ya que gran parte del terreno permanece sin vegetación arbórea y con escaso equipamiento para fines recreativos. Además, dentro de su perímetro se han establecido instalaciones para otros usos como son un helipuerto, oficinas administrativas diversas (asociaciones de colonos, subdelegaciones de Álvaro Obregón y Cuajimalpa, módulo de seguridad pública, estación de bomberos, estación de emergencia, etc.), así como espacios para estacionamiento; de tal manera que está subutilizada como zona recreativa y área verde.”(pág. 53)

“Estableciendo Programas de forestación en ríos, arroyos y del vaso regulador, así como los parques urbanos del área, en especial de la Alameda Poniente y el Parque Prados de La Montaña.”

Fotografía 47: Parque Alameda Poniente en 1968

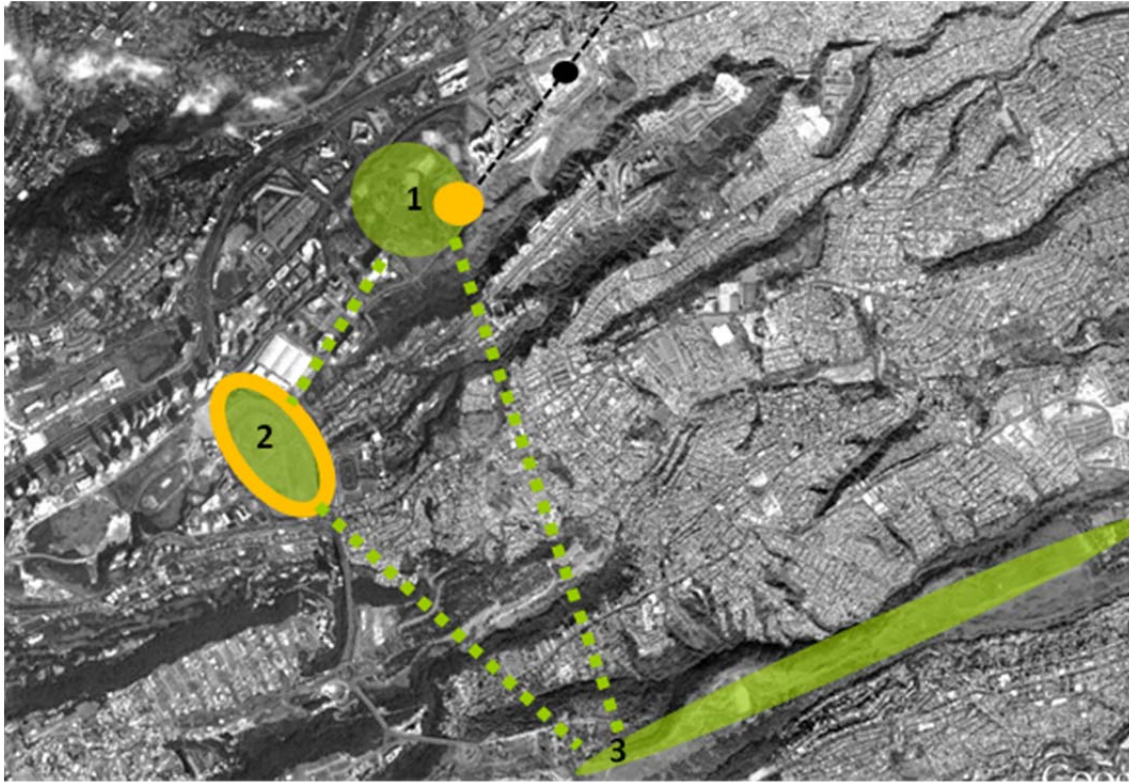


Fuente: Servicio de Limpia de la Ciudad de México. 1999

- “Que los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña previo dictamen de la Secretaría del Medio Ambiente que señala la inexistencia de riesgo, sean considerados como parques públicos, además de los usos señalados en la Tabla de Usos del Suelo del presente Programa Parcial.”(pág. 63)*
- “Recuperar, valorizar y humanizar los espacios públicos de Santa Fe, en particular los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña, asignándoles como destino, parque público a fin de que los mismos no sean utilizados en el futuro para ningún otro uso.” (pag.67)*

15.1.3 Propuestas para Santa Fe

Figura 51: Propuesta para Santa Fe



Fuente: Elaboración propia

Se crean tres espacios interrelacionados para el DF, Santa Fe y los pueblos vecinos:

- 1) *Alameda Santa Fe* como plaza central del nuevo desarrollo.
- 2) Parque Tecnológico *Santa Verde* como sede nacional de tecnologías verdes.
- 3) *Corredor Verde* Barranca Tarango – Barranca del Muerto como ecosistema urbano.

Cada espacio revitalizado es de otro carácter y uso, en conjunto forman un concepto integral o multidisciplinario para revitalizar espacios residuales y degradados de una zona que genera beneficios para todos, desde los pobladores, empleados, empresarios hasta todos los ciudadanos y los visitantes de la capital mexicana.

Se forma un nuevo Fidecomiso responsable para la Alameda Poniente, Prados de la Montaña y el Corredor Verde Barranca Tarango. Nada se vende, nada es privado, sólo se concesiona. Se redefinen en el Plan de Desarrollo los usos para la Alameda Poniente y Prados de la Montaña. En los procesos de planeación, la toma de decisiones para las tres áreas verdes, así como también en el Fidecomiso participan de forma equitativa actores del sector público (diferentes Secretarías del GDF, las dos delegaciones Chimalhuacán y Álvaro Obregón), del sector privado (inversionistas, empresarios y futuros usuarios) y la sociedad civil (ACSF, organizaciones civiles e iniciativas de Santa Fe).

A largo plazo el Fideísmo tendrá la competencia para las concesiones, los diversos usos y el financiamiento y mantenimiento de las tres áreas verdes y de los parques. El estatuto del Fidecomiso comprende la repartición de los ingresos de los sectores y áreas lucrativas (las concesiones para Prados y los ingresos de la Alameda) a los sectores y áreas sin ingresos que generan beneficios comunes ecológicos y recreativos (corredor verde, áreas verdes y deportivas en la Alameda).

El CETRAM y los sistemas de transporte público reciben apoyo financiero de los ingresos e impuestos que se pagan por el transporte automotor e individualizado (por ejemplo los segundos pisos, las supervías, las autopistas, los coches con solamente un ocupante en la autopista a Santa Fe).

15.1.3.1 *Upgrading de la Alameda Santa Fe*

Una plaza central con ofertas culturales y la ubicación del CETRAM Santa Fe en su antiguo terreno. El CETRAM une a diferentes sistemas de transporte público que llegan y salen de Santa Fe, como la conexión con el tren ligero a Toluca y con la terminal del teleférico que sube de Chapultepec hasta Santa Fe. Funcionamiento y vigilancia de la Alameda Santa Fe durante las 24 horas.

- Plaza multifuncional con acceso al CETRAM.
- Plaza central, con iluminación e inmobiliario urbano de alto nivel.
- Escenario y plaza *open air* para eventos de alto nivel.
- Rueda de Fortuna con vista a la ciudad y con horario nocturno.
- Restaurante con salas de evento en el parque y con vista a la ciudad.
- Reforestación de árboles en zonas reservadas.
- Campos deportivos con acceso gratuito.

Se aspira a generar una atracción como el Parque Bicentenario para Azcapotzalco, pero adecuado para el estándar de Santa Fe, para todos los que vivan y que lleguen a Santa Fe, de día y noche.

Se favorece el transporte público para llegar a Santa Fe o para seguir a Toluca. En el viejo terreno del CETRAM, ubicado en la Alameda, se construye un nuevo centro de transporte de alto nivel que interconecta los nuevos sistemas tren-metrobús-teleférico-ciclistas. El teleférico comienza en el metro Chapultepec, para en las tres secciones del parque Chapultepec, cruza Constituyentes entra a Santa Fe donde sigue a lado de la Av. Paseo Reforma hasta el CETRAM y la Alameda. Se crea un nuevo nudo de transportes modernos, correspondiente a la estación de *Buenavista*, de alto nivel y con servicio las 24 horas. Ciclistas conectan la Alameda Santa Fe con los otros parques, desde la Alameda se ofrecen camionetas eficientes y de *O Emisiones* (o aprovechando los biogases de Prados de la Montaña) que giran todo el tiempo entre las oficinas de Santa Fe. El estacionamiento en la Alameda se ofrece solamente a los visitantes del restaurante, el estacionamiento informal actual no es necesario pues sobran los lugares de estacionamiento subterráneos en toda la zona.

El corazón de la Alameda es la plaza pública central que se ofrece de día para pasear, descansar en un sofisticado banco a la sombra de un árbol, jugar ajedrez (para los mayores) o ir en bici o patines (para los jóvenes). La plaza se ofrece también con un escenario para eventos a cielo

abierto que satisfaga los gustos de los residentes del nuevo desarrollo Santa Fe, que carece de ofertas culturales. Alameda Santa Fe se convierte en el lugar número uno en la ciudad para eventos a cielo abierto de alto nivel como conciertos clásicos, musicales, óperas, etc., el público llega fácil y directamente en teleférico o metrobús al lugar.

Los ingresos los generan los eventos culturales, el Teleférico⁷⁸, la Rueda de Fortuna, el restaurante y las salas de eventos; todos los inmuebles, las actividades y los servicios (incluido el transporte) que oficiales y concesionados, observados y vigilados por un equipo profesional las 24 horas.

Desde la plaza central llega el público a las otras zonas que ofrece la Alameda: zonas arborizadas, campos deportivos y de recreación, y lo más espectacular de la Alameda: una Rueda de Fortuna que eleva a las personas de modo que tengan a sus pies una vista panorámica desde una altura de 90 metros. La sorpresa ideal para llevar a su novia a las alturas por medio del teleférico (los fines de semana, tanto de día como de noche) y después ir a una ópera a cielo abierto o a cenar en el restaurante “La Fortuna” en la Alameda.

Fotografía 48: Alameda Poniente de Santa Fe como area sub-utilizada



Fuente: Elvira Schwanse

15.1.3.2 Parque Tecnológico “Santa Verde”

Se crea en Santa Fe la sede nacional para tecnologías verdes, en forma de un parque tecnológico donde se ubican empresas nacionales e internacionales de tecnologías solares, eólicas y de biomasa, para la gestión ecológica del agua, residuos, suelos contaminados, etc. La ubicación del parque “Santa Verde”, construido sobre un depósito de energía alterna en el que figuran los residuos de Prados de la Montaña, es simbólica y visionaria.

- Empresas internacionales de tecnologías verdes en el cinturón del ex relleno sanitario (en un 10 % del terreno).
- Exposición de tecnologías alternas para agua, residuos y energía en el ex relleno sanitario (en un 90 % del terreno al aire libre).
- *Green Master Plan* para el parque y sus construcciones en su cinturón.
- Todos edificios y oficinas construidas y gestionadas según el estándar LEED.
- *Open showroom* de las empresas en el terreno libre del parque tecnológico.
- Patrocinio y cooperación de las empresas para eventos públicos y exposiciones.
- No privatización, no venta, únicamente concesiones por medio de licitaciones.
- Administración general del Fidecomiso, ingresos para las áreas verdes.

⁷⁸ El Teleférico maneja dos categorías de precios: para residentes y *commuters* (estudiantes, gente que trabaja en Santa Fe) se ofrece una tarjeta mensual que es subsidiada, para los demás se venden boletos individuales a un precio normal.

No se urbaniza Prados de la Montaña. En un 90 % del parque tecnológico se ubica la exposición permanente de tecnologías verdes como molinos eólicos, cédulas solares, captación de lixiviados, reciclaje de residuos, transformación de biogás en energía, etc. Como cinturón rodean los edificios “O Energía” de las empresas verdes el parque de exposición. Se ubican en la orilla del terreno del relleno sanitario, donde queda una franja sin basura (8 a 10 metros) y donde se permitirían construcciones.

El cinturón de empresas cerca y protege el parque de exposiciones y contribuye a una nueva imagen de una zona urbana, empresarial y ecológica en medio de Santa Fe, donde al momento enfrente un terreno vacío con la urbanización como el campo del Tecnológico de Monterrey y rascacielos de arquitectura espectacular pero sin premisas ecológico-sustentables.

Fotografía 49: Prados de la Montaña, parque fruto de tecnologías verdes



Fuente: Elvira Schwanse

No se vende Prados de la Montaña. El diseño de las construcciones se riega por un *Green Master Plan*, se requiere el estándar de edificios sustentables “LEED Gold” o “LEED platinum” (*Leadership in Energy & Environmental Design*). Los terrenos no se venden, por medio de una licitación se eligen a las empresas verdes que consiguen una concesión de 20 a 30 años para establecerse con una oficina “LEED” en el famoso parque tecnológico, el terreno de exposición para ellos es de uso gratuito. Como contraprestación deben crear un patrocinio para cubrir del acceso gratuito, informativo y seguro al terreno de exposición, así como para organizar exposiciones y eventos informativos sobre la protección de medioambiente en México y la responsabilidad social de las empresas mexicanas, etc.

15.1.3.3 Corredor verde Barranca Tarango – Barranca del Muerto

Había muchas controversias por la construcción de la nueva autopista “Supervía” a Santa Fe. La construcción de la vía urbana de peaje reduce para los automovilistas el viaje a Santa Fe en 20 minutos y afecta a cinco cauces zonas —entre ellas la Barranca de Tarango, declarada Área de Valor Ambiental— que aportan servicios ecosistémicos a la región, según la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT). La Supervía poniente viola e incumple la Ley Ambiental del Distrito Federal y el Reglamento de Impacto Ambiental al carecer de medidas de mitigación, prevención y compensación en caso de que hubiera algún efecto sobre el entorno, señala la PAOT en las evaluaciones que hace a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto (Contralinea, 4. julio, 2010)

El Gobierno compensó la destrucción ambiental con la donación de árboles para la Alameda Poniente y con un presupuesto de 4.9 Mdp del Fondo Ambiental Público para la construcción del Parque Ecológico de Tarango. La idea es preservar y renovar un área natural; el presidente de la Asociación Vive Tarango reporta que se aspira “ayudar a los vecinos a tener un mejor ambiente, enseñarlos diversas técnicas para que preserven sus barrancas y que tengan una vida más amigable hacia el entorno”⁷⁹.

La propuesta para la revitalización, la interconexión de los diferentes espacios residuales de Santa Fe y una mayor interconectividad con la Ciudad de México incorpora esta área de valor ambiental, crearía un nuevo corredor verde. El Instituto de Ecología de la UNAM propone la restauración de la vegetación original de la Barranca de Tarango, una zona de bosque templado y su rehabilitación para ayudar a la recarga de los mantos acuíferos y a reducir la contaminación en la Ciudad de México (Crónico, 29.12.2009). La propuesta de un corredor verde retoma esta idea de restaurar los arroyos y dos presas y reforestar las áreas naturales que se extienden desde Barranca de Tarango a una altura de 2400 metros hasta el Periférico en Barranca del Muerto. En una longitud de 6 kilómetros se ofrecen un bosque intacto, fauna y flora nativa, un arroyo re-naturalizado, senderos naturales y una ciclista que sigue hasta el Desierto de los Leones. La prioridad en el parque ecológico la tiene el rescate y la conservación de un área de valor ambiental y su uso sostenible de forma comunitaria.

Fotografía 50: Puente Tarango de la supervía en la cima del AVA bosque de Tarango



Fuente: El Universal [en línea]

⁷⁹ Según una entrevista personal con el Presidente de la Asociación “Vive Tarango”, Manuel Ontiveros, febr. 2013

ANEXO

16 Normatividad

16.1 Marco normativo para el manejo de residuos y sus disposiciones finales

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 y su última reforma el 19 de junio de 2007. En ella se definen para los tres niveles del Gobierno (federación, estados, municipios) las responsabilidades.

En el caso del estudio con el enfoque en aspectos de la disposición final de RSU y el aprovechamiento energético de los RSU en la ZMCM se aplican las siguientes leyes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- NOM-083-SEMARNAT-2003.
- Ley General de AGUAS.
- Ley de patrimonio del DF.
- Ley de Residuos Sólidos del DF.
- Ley federal de patrimonio inmobiliario.
- Ley de aprovechamiento eléctrico.
- Reglamentos varios (seguridad e higiene, impacto ambiental, laboral, construcción, instalaciones eléctricas, etc.).

16.1.1 NOM-083-SEMARNAT-2003: Norma para rellenos sanitarios y su clausura:

Los sitios de disposición final se manejan con diferentes términos: Vertedero, Tiradero, Basurero. En la definición de la SEMARNAT existen: Sitios no Controlados, Sitios Controlados y Rellenos Sanitarios. Se definió que el actual sitio de disposición final de un municipio puede estar en alguna de estas dos situaciones:

- 1) Cumple con la NOM-083- SEMARNAT-2003 (relleno sanitario) o
- 2) No cumple con la norma (sitio controlado o sitio no controlado).

Para ambos casos será necesario elaborar un *Plan de Regularización y/o* de la clausura del sitio. El *Plan de Regularización* es un proyecto de ingeniería a detalle que indica los procesos, actividades, diseños, calendario de obra, personal y maquinaria requerida para que un sitio de disposición final, que actualmente no cumple con los criterios de la norma, pueda cumplir con ella mientras llega al fin de su vida útil.

Tabla 85: Categorización de sitios de disposición final según NOM-083-SEMARNAT-2003

| Tipo de Sitio | Recepción de RSU t/día | Compactación de los Residuos kg/m3 |
|---------------|------------------------|------------------------------------|
| A | Mayor a 100 | Mayor de 600 o 750 (A1/A2) |
| B | 50-100 | Mayor de 500 |
| C | 10 y menor a 50 | Mayor de 400 |
| D | Menor a 10 | Compactación manual |

Fuente: Elaboración propia

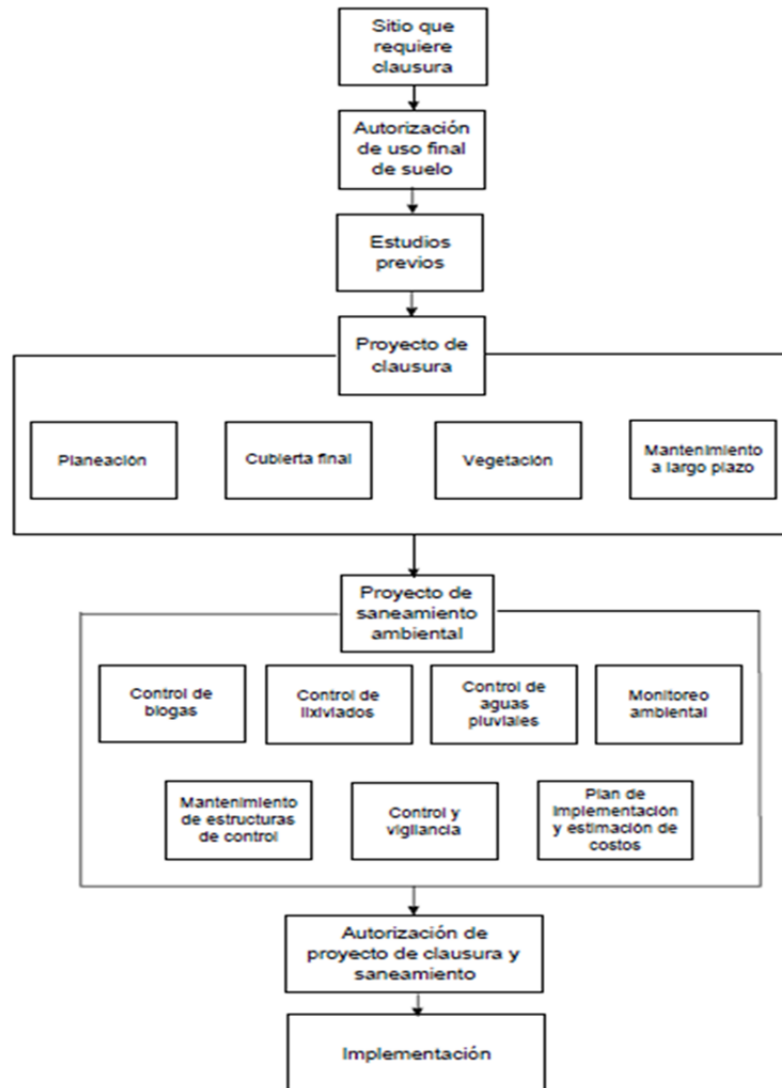
La NOM-083-SEMARNAT-2003 contiene las especificaciones de la protección ambiental para la selección del sitio, el diseño, la construcción, la operación, el monitoreo, la clausura y las obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Los sitios se clasifican en cuatro diferentes tipos según la cantidad de RSU entregadas y deben cumplir con diferentes estándares técnicos y grados de compactación. Los sitios en la ZMCM pertenecen principalmente a la categoría A.

Todos municipios mexicanos que manejan (o dejan manejar por medio de una concesión de una empresa privada) un sitio de disposición final deben cumplir con siguientes criterios:

- Criterios, estudios y análisis que deben hacerse para seleccionar el lugar
- Estudios y criterios básicos para el diseño de ingeniería de este tipo de obra.

Figura 52: Procesamiento de la clausura de un sitio de disposición final de RSU



Fuente: Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos al cielo abierto en el estado de México (GTZ, 2002)

- Características de construcción y operación que deberá tener.
- Obras complementarias para su funcionamiento.
- Características del monitoreo ambiental.
- Bases para considerar la clausura final.
- Procedimiento para evaluar el cumplimiento de esta NOM ante las autoridades correspondientes.

Tabla 86: Resumen de requisitos y especificaciones generales para los sitios de disposición final según la NOM-083- SEMARNAT-2003

| Requisitos | Tipo de Disposición Final | | | |
|---|---------------------------|------------------------|---------|------------------------|
| | A | B | C | D |
| A. Especificaciones de selección de selección de sitio | | | | |
| A1. Restricciones | x | x | x | x |
| A2. Estudios y análisis previos a la selección del sitio | x | | | |
| A3. Estudios y análisis previos a la construcción | | | | |
| A3.1. Topografía | x | x | | |
| A3.2. Geotécnico | x | x | x | |
| A3.3. Geológico/Hidrogeológico | x | x | | |
| A3.4. Generación y composición de los residuos | x | x | x | |
| A3.5. Generación de biogás | x | x | | |
| A3.6. Generación de lixiviados | x | x | | |
| B. Características constructivas y operativas | | | | |
| B1. Barra impermeable | | 1*10 [^] cm/s | | 1*10 [^] cm/s |
| B2. Extracción, captación, conducción y control de biogás | x | x | x | |
| B3. Captación y extracción de lixiviados | x | x | x | |
| B4. Drenaje pluvial | x | x | x | |
| B5. Área de emergencia | x | x | x | |
| B6. Compactación (kg/m3) | 600-700 | ≥ 500 | ≥ 400 | ≥300 |
| B7. Cobertura | diaria | diaria | diaria | s |
| B8. Control de entrada de residuos | x | x | x | x |
| B9. Obras complementarias | Ver NOM | Ver NOM | Ver NOM | C e |
| B10. Manual de operaciones | x | x | x | |
| B11. Programa de monitoreo ambiental | x | x | x | x |
| C. Clausura del sitio | | | | |
| C1. Cubierta final | x | x | x | x |
| C2. Conformación final | x | x | x | x |
| C3. Mantenimiento | x | x | x | x |
| C4. Programa de monitoreo | x | x | x | x |
| C5. Uso final | x | x | x | x |

Fuente: Elaboración propia

16.1.1.1 Fase de clausura

La clausura es la etapa correspondiente al cierre definitivo de un sitio de disposición final de los RSU y RME al término de su vida útil, o porque es necesario cerrarlo debido a los efectos ambientales negativos. Debe cumplir con los requisitos mínimos fijados en el punto 9 de la NOM 083-SEMARNAT-2003 para procurar la estabilidad y el monitoreo sanitario y ambiental a largo plazo. Se estima que el proceso de degradación después de la clausura de un sitio de RSU se prolonga de 80 a 100 años.

Para la clausura de un sitio de disposición final de RSU se deben considerar la etapa preliminar a la clausura, la etapa de clausura, la etapa de post-clausura y la etapa a largo plazo.

En la fase de clausura se realizará el movimiento, compactación y sellado de los residuos sólidos. De acuerdo con el nivel de especificación que se tenga del proyecto ejecutivo de clausura, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Levantamiento de un cercado o estructura adecuada para limitar el acceso.
- Conformar de acuerdo con la topografía final proyectada, los volúmenes de residuos depositados en el sitio, proporcionarles el grado de compactación que garantice su estabilidad a largo plazo y la cobertura con material térreo seleccionado.
- Actividades del saneamiento ambiental del sitio. Consisten en la construcción de sistemas de control ambiental, tales como: Construcción y/o terminación de las obras de drenaje y control de escurrimientos.
- Continuar las obras de control de biogás y lixiviados, así como de monitoreo de aguas subterráneas y biogás.
- Instalación de dispositivos para la detección de asentamientos diferenciales (hundimientos).
- Instalar el espesor y características requeridas para el material de la cubierta final sobre el sitio de disposición final clausurado.
- Colocación de la cubierta vegetal indicada en el proyecto de clausura.
- Construcción y/o adecuación de las instalaciones para el mantenimiento y el control del sitio clausurado (caseta de control, cerca perimetral).

Los planes de clausura deben ser congruentes con el uso final del suelo que haya sido autorizado, así como reducir los impactos de los residuos sólidos y sus subproductos a través de acciones de saneamiento ambiental, por lo que se debe contemplar la prevención de:

- Infiltración del agua pluvial hacia el interior de los residuos sólidos.
- Erosión de la cubierta final.
- Fuga incontrolada de biogás.
- Fuga incontrolada de lixiviados y su tratamiento.
- Contaminación de las aguas subterráneas.
- Lograr la estabilidad mecánica de los residuos sólidos depositados.

El periodo de post-clausura abarcará como mínimo 25 años. Durante este tiempo tiene que ser controlado y adecuado periódicamente. En este mismo tiempo no se deben realizar

construcciones de concreto en este terreno. Las actividades básicas en la fase post-clausura y del monitoreo del sitio clausurado son:

- Captación y control de biogás.
 - Captación y control de lixiviados, aguas subterráneas.
 - Estabilidad de taludes de residuos sólidos.
 - Desvío y control de los escurrimientos pluviales.
 - Restricción del acceso y/o uso del sitio.
 - Identificación de posibles problemas de contaminación.
 - Asegurar el funcionamiento de los sistemas de monitoreo ambiental: biogás, lixiviados.
- (GTZ, 2002)

16.1.1.2 Fase de post-clausura

Para el post-uso del sitio define la Norma en el Artículo 9.5 “Uso Final del sitio de disposición final”: “Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por una autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.”

La Guía para la NOM-083-SEMARNAT-2003 (GTZ/SEMARNAT, 2005) menciona: “Los sitios utilizados como rellenos sanitarios, una vez clausurados y acondicionados, pueden ser utilizados como parques, para actividades de recreación, y construcción de jardines botánicos y áreas de estacionamiento. Sin embargo, el uso final de estos sitios como áreas verdes es lo más común. Después de la clausura, el sitio debe pasar un periodo de estabilización de por lo menos 25 años. Durante este tiempo debe estar controlado y adecuado periódicamente, mediante el monitoreo ambiental de lixiviados, biogás y acuíferos, aunado al mantenimiento de las cubiertas de clausura, los cambios interiores y exteriores, drenajes y sistemas de ventilación. Durante este tiempo no deben realizarse construcciones en el sitio.”

El Plan de Desarrollo Urbano no proporciona una tipificación para las áreas de disposición de desechos en su fase de uso o de post-uso. El uso de suelo de un relleno sanitario clausurado y renaturada puede determinarse como área verde o área de rescate ecológico. No obstante, fácilmente se deja cambiar el uso de suelo en cuanto hay interés político y/o económico de dar al terreno un uso más comercial o individualizado, como ocurrió en el caso de Ciudad Jardín en donde se construyeron áreas deportivas con edificios, un centro comercial, estacionamientos y otros edificios de uso privado y público donde antes se encontraba una zona federal y el tiradero Neza I.

Para proteger las aceras de los rellenos sanitarios revitalizados ante la presión inmobiliaria y ante las invasiones de asentamientos irregulares se necesita un instrumento más viable dentro del Plan de Desarrollo Urbano o determinado por otras leyes y programas del ordenamiento territorial y protección de áreas verdes (véase capítulo: Biodiversidad y áreas verdes en la Ciudad de México) que inhibida a largo plazo (mínimo 50 años) la comercialización, la privatización y la construcción de / en los ex tiraderos y rellenos sanitarios clausurados.

16.1.2 Competencias y leyes en el DF para la gestión de los RSU

Los principales actores del manejo de residuos sólidos en el Distrito Federal son las Delegaciones Políticas del DF, la Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Obras y Servicios.

Las delegaciones se encargan de la recolección selectiva en sus demarcaciones, aplican el *Programa de Gestión Integral* de los RS y promueven programas y capacitaciones para la población y los servidores públicos.

La Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA-GDF) es la primera instancia en la gestión de los residuos que formula el *Programa de Gestión Integral de RSU (PGIRS)* y realiza el inventario de los residuos en el DF. La Secretaría de Obras y Servicios (SOS) tiene adscritas dos Direcciones Generales: la de Obras Públicas y la de Servicios Urbanos. Planea, proyecta, construye, supervisa, mantiene y opera las obras que prestan los servicios necesarios a la población. La SOS se forma de siete Direcciones con diferentes encargos, la que administra y opera los residuos es la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU). La DGSU opera la infraestructura para el manejo de los residuos, lo que incluye todo el parque vehicular, los 13 centros de transferencia, las tres plantas de separación y la disposición final Bordo Poniente, además elabora y ejecuta el Programa del Servicio Público de Limpia.

La DGSU es la responsable de la disposición final de los residuos sólidos generados en el Distrito Federal, que actualmente tiene como único sitio para tal fin el Relleno Sanitario Bordo Poniente IV etapa, el cual se ubica en el área del antiguo Lago de Texcoco, en terrenos pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua. La organización y operación de las plantas de separación se realiza de manera coordinada entre el Gobierno del Distrito Federal, la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), la Secretaría de Obras y Servicios y los gremios de selectores (antes pepenadores).

La Ley Ambiental del Distrito Federal decretada el 13 de enero de 2000 establece las facultades de la Secretaría del Medio Ambiente en materia de residuos sólidos, entre las que destacan, la emisión de normas ambientales con el objeto de establecer los requisitos, condiciones o límites permisibles en la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización o disposición final de residuos sólidos, así como el manejo de residuos sólidos que presenten riesgo para el ser humano, para el equilibrio ecológico o para el ambiente.

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal del 22 de abril de 2003 establece las facultades en materia de la gestión de los residuos sólidos del jefe de gobierno y las secretarías del medio ambiente, de obras y servicios, de salud y las delegaciones, así como disposiciones complementarias de la política ambiental, en cuanto a la prevención y minimización de la generación de los residuos sólidos que se refieren a aspectos como la elaboración del inventario de los residuos sólidos y sus fuentes generadoras, la clasificación de los residuos sólidos en residuos urbanos y residuos de manejo especial. Hace obligatoria la separación de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos, dentro de las fuentes de su generación con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos sólidos valorizables directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje.

En 2006 se pone en vigor el Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal como instrumento para integrar lineamientos, acciones y metas en materia de manejo de los residuos sólidos. Asimismo, en su artículo 56, señala que la Secretaría de Obras y Servicios en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente, instrumentarán programas para la utilización de materiales o subproductos provenientes de los residuos sólidos a fin de promover mercados para su aprovechamiento, que vincule al sector privado, organizaciones sociales y otros agentes económicos (LRSDf, 2003).

En los años posteriores la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de México (SMA-GDF) establece diversos programas para la *Gestión Integral de RSU* que se encuentran dentro del

Plan Verde de la Ciudad de México (2007-2022), la Agenda Ambiental de la Ciudad de México (2007-2012) y el Programa de Acción Climática (2008-2012).

En el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos del DF (PGIRS-DF) del 13 de septiembre de 2010 se implantan en total 11 estrategias, 36 subprogramas y más de 200 acciones⁸⁰. Entre otros se establecen los calendarios para la aplicación de programas de manejo⁸¹, la separación y recolección selectiva, la renovación del parque vehicular, el cierre de la IV Etapa de Bordo Poniente y la construcción de un nuevo relleno sanitario (previsto para 2008).

16.2 Marco normativo para usos de suelos y áreas verdes en el DF

Las dependencias responsables para la administración territorial y la protección de las áreas verdes y el ecosistema son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA o CNA), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Comisión Reguladora de la Tenencia de la Tierra (Corett). Al nivel metropolitano y para el Distrito Federal existen la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), la Secretaría de Medio Ambiente (SMA), la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), la Secretaría de Obras y Servicios (SOS) y las unidades departamentales correspondientes de las 16 delegaciones.

Existen varias normas y leyes al nivel estatal hasta delegacional para el ordenamiento territorial del Distrito Federal y la protección de sus áreas verdes y sus ecosistemas. Las principales normas e instrumentos para el manejo del territorio y la conservación de áreas naturales y ecosistemas son la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) al nivel federal, la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (LAUDF), la Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF), el Programa General del Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF), y en partes la Ley Forestal y la Ley Agraria.

Como nuevos programas del Gobierno del Distrito Federal entraron la Agenda Ambiental de la Ciudad de México con el Programa de Medio Ambiente 2007-2012, el Plan Verde de la Ciudad de México y la Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México (véase próximos capítulos).

16.2.1 Programa General de Ordenamiento Ecológico (PGOEDF)

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los trece días del mes de agosto 2012.
El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Juan Rafael Elvira Quesada

El Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF) responde a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y a la Ley Ambiental del Distrito Federal y se encarga de la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en el área rural del Distrito Federal. El PGOEDF regula los usos del suelo y las actividades productivas en el Suelo de Conservación y busca preservar las tierras y los bosques, además de fomentar el crecimiento natural de los pueblos junto con el desarrollo de sus actividades productivas. No sólo ordena las actividades productivas del

⁸⁰ Véase: www.sma.df.gob.mx

⁸¹ Se establecen los *Planes de Manejo* y la Licencia Unica del Distrito Federal – LAUDF

área rural, sino que también genera opciones para detener la mancha urbana y fomentar la retribución a los dueños de la tierra por los bienes y servicios ambientales que los terrenos de la población rural brindan a todos los habitantes de la Ciudad de México. En el área donde se aplica el PGOEDF, los Suelos de Conservación, existen ecosistemas naturales, flora y fauna silvestre, tierras de producción y usos agropecuarios, Áreas Naturales Protegidas (ANP) con sus diferentes subclasificaciones, poblados rurales, zonas culturales y sitios arqueológicos. (Véase también capítulo “Suelos de Conservación”).

Además regulan los Programas y Planes de Desarrollo Delegacional entre otros el uso de suelo y el manejo de sus áreas verdes. Sobre las competencias entre el Gobierno del DF con las respectivas instituciones (DGSU, SOS; SMA) y las delegaciones respecto a la administración y el manejo de los diferentes espacios verdes no existe un arreglo claro, así que muchos espacios verdes quedan descuidados mientras otros, como los árboles en las calles, las avenidas y los ejes centrales sufren podas arbitrarias por parte de diferentes actores de diferentes dependencias gubernamentales.

16.2.2 Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (LDUDF)

Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 15 de julio de 2010

En el caso del Distrito Federal, la planeación urbana se regula por la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (LDUDF) y los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano o los Programas Parciales de Desarrollo Urbano.

El Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal divide la ciudad de forma primaria en dos zonificaciones generales: Suelo Urbano y Suelo de Conservación. Se trabajan tres grandes ejes de políticas del desarrollo urbano a mediano y largo plazos: 1) el ordenamiento del territorio metropolitano y megalopolitano; 2) la estructura urbana del Distrito Federal; y 3) la aplicación de la planeación urbana. El suelo de conservación (SC) se dividen en tres tipos: a) áreas de producción rural y agroindustrial, b) áreas de preservación y c) áreas de rescate.

Artículo 51. Para la zonificación del territorio del Distrito Federal se considerarán las siguientes zonas y usos del suelo:

I. En suelo urbano: Habitacional; Comercial; De Servicios; Industrial; Espacio Abierto; Áreas Verdes, y los demás que se establezcan en el reglamento.

II. En suelo de conservación: Turístico; Recreación; Forestal; Piscícola; Equipamiento rural, Agrícola; Pecuaria; Agroindustrial, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas y los demás que establezca el reglamento;

III. En poblados rurales: Habitacional Rural de Baja Densidad; Habitacional Rural; Habitacional Rural con Comercio y Servicios; Equipamiento Rural, y los demás que establezca el reglamento.

IV. Las combinaciones que surjan de los anteriores, las cuales deberán estar clasificadas en los Programas correspondientes.

Las características específicas de las diferentes zonas y usos del suelo, se establecerán en el reglamento y programas correspondientes.

16.2.3 Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF)

Ley publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 13 de enero de 2000.

Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 31 de mayo de 2012

Capítulo II / Áreas verdes

Artículo 87.

Para los efectos de esta Ley se consideran áreas verdes:

- I. Parques y jardines;
- II. Plazas jardinadas o arboladas;
- III. Jardineras;
- IV. Zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública; así como área o estructura con cualquier cubierta vegetal o tecnología ecológica instalada en azoteas de edificaciones.
- V. Alamedas y arboledas;
- VI. Promontorios, cerros, colinas, elevaciones y depresiones orográficas, pastizales naturales y áreas rurales de producción forestal, agroindustrial o que presten servicios ecoturísticos;
- VII. (DEROGADA)
- VIII. Zonas de recarga de mantos acuíferos; y
- IX. Las demás áreas análogas

....

La Secretaría solicitará a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda el establecimiento de áreas verdes de su competencia en los programas de desarrollo urbano.

Las delegaciones procurarán el incremento de áreas verdes de su competencia, en proporción equilibrada con los usos de suelo distintos a áreas verdes, espacios abiertos y jardinados o en suelo de conservación existentes en su demarcación territorial, e incorporarlos a los programas delegacionales de desarrollo urbano.

Artículo 88 bis.

La Secretaría y las delegaciones podrán celebrar convenios con los vecinos de las áreas verdes de su competencia, para que participen en su mantenimiento, mejoramiento, restauración, fomento y conservación; así como en la ejecución de acciones de forestación, reforestación, recreativas y culturales, proporcionando mecanismos de apoyo en especie, cuando sea necesario y promoverán su intervención en la vigilancia de tales áreas.

Artículo 88 bis 1. En los parques y jardines, plazas jardinadas o arboladas, zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública, alamedas y arboledas, jardineras y barrancas, queda prohibido:

- I. La construcción de edificaciones, y de cualesquier obra o actividad que tengan ese fin;
- II. El cambio de uso de suelo;
- III. La extracción de tierra y cubierta vegetal, así como el alambrado o cercado, siempre que ello no sea realizado por las autoridades competentes o por persona autorizada por las mismas, para el mantenimiento o mejoramiento del área respectiva; y
- IV. El depósito de cascajo y de cualquier otro material proveniente de edificaciones que afecte o pueda producir afectaciones a los recursos naturales de la zona.

Artículo 88 bis 4. La Secretaría establecerá el Inventario General de las Áreas Verdes del Distrito Federal, con la finalidad de conocer, proteger y preservar dichas áreas, así como para proponer a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y a las delegaciones, según su

competencia, el incremento de dichas áreas en zonas donde se requiera, el cual deberá contener, por lo menos:

- I. La ubicación y superficie;
- II. Los tipos de área verde;
- III. Las especies de flora y fauna que la conforman;
- IV. Las zonas en las cuales se considera establecer nuevas áreas verdes;
- V. Las demás que establezca el Reglamento.

Las delegaciones llevarán el inventario de áreas verdes de su competencia en su demarcación territorial, en los términos establecidos en el párrafo anterior y lo harán del conocimiento de la Secretaría para su integración en el inventario general al que se refiere el presente artículo, proporcionando anualmente las actualizaciones correspondientes, en los términos del Reglamento. Dicho inventario formará parte del Sistema de Información Ambiental del Distrito Federal.

16.2.4 Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal

Se citan de los artículos del Reglamento para el Distrito Federal de Zonificación publicados en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 1982, usos que se refieren a la definición de áreas verdes y espacios abiertos (Art. 34), a la definición para sitios de desechos (Art. 35), así como a la posible existencia de áreas verdes dentro de usos de Administración (Art. 32).

Artículo 32.-

Los usos y destinos de servicios se refieren a predios, sus construcciones e instalaciones que se dediquen a administración, comercio, salud, educación y cultura, recreación, alojamiento, seguridad, mortuorios y comunicación y transporte. Se clasifican de la siguiente manera:

II. 1 Administración

....

II.4.5.01 Jardines botánicos

II.4.5.02 Jardines zoológicos

...

II.5.4 Deportes y recreación

II.5.4.01 Parques para remolques y campismo o cabañas

II.5.4.02 Pistas de equitación

...

II.5.4.14 Canchas o pistas deportivas al aire libre

...

II.5.4.19 Canales o lagos para regatas o veleo

II.5.4.20 Senderos o miradores

...

II.8 Servicios funerarios

II.8.1.01 Cementerios hasta 1,000 fosas

II.8.1.02 De más de 1,000 fosas

Artículo 34.- Los usos y destinos de áreas verdes y espacios abiertos, se clasifican en:

IV.1 Plazas y explanadas

IV.1. 01 Plazas y explanadas hasta 1,000 m²

IV.1 Plazas y explanadas

IV.1.01 Plazas y explanadas hasta 1,000 m²

IV.1.02 De más de 1,000 hasta 5,000 m²

IV.1.03 De más de 5,000 hasta 10,000 m²

IV.1.04 De más de 1 ha

IV.2 Jardines y parques

IV.2.01 Jardines y parques de barrio hasta 1 ha

IV.2.02 De Delegación de más de 1 hasta 5 ha

IV.2.03 Metropolitanos de más de 5 hasta 50 ha

IV.2.04 Regionales o nacionales de 50 a 500 ha

IV.2.05 De más de 500 hasta 5,000 ha

IV.2.06 De más de 5,000 ha

IV.3 Cuerpos de aguas

IV.3.01 Jardines y parques de barrio hasta 1 ha

IV.3.02 De más de 1 hasta 20 ha

IV.3.03 De más de 20 ha

V.1 Servicios e instalaciones de infraestructura

V.5.1 Plantas, estaciones y subestaciones

V.1.1.01 Plantas

V.1.1.02 Estaciones

V.1.1.03 Subestaciones

V.1.2 Torres y antenas

V.1.2.01 Antenas de más de 30 metros de altura

V.1.2.02 Mástiles de más de 30 metros de altura

V.1.2.03 Chimeneas de más de 30 metros de altura

V.1.2.04 Torres de enfriamiento de más de 30 metros de altura

V.1.3 Depósitos y almacenes

V.1.3.01 Silos y tolvas

V.1.3.02 Tanques de agua de más de 1,000 m³

V.1.4 Cárcamos y bombas

V.1.3.01 Estaciones de bombeo

V.1.4.02 Plantas de bombeo

V.1.4.03 Cárcamos

V.1.5 Taludes, bordos y retenes

V.1.5.01 Protecciones contra derrumbes

V.1.5.02 Protecciones contra erosión

V.1.5.03 Taludes y revestidos

V.1.5.04 Diques y presas

V.1.5.05 Vertederos

V.1.5.06 Instalaciones para control de aguas

Artículo 34 bis.-

Los usos y destinos agrícolas, forestales y acuíferos, sus construcciones e instalaciones se clasifican en:

VI.1 Agrícola, pecuario y forestal

VI.1.1 Forestal

VI.1.1.01 Bosques múltiples

VI.1.1.02 Bosques mixtos

VI.1.1.03 Praderas, pastizales o forrajes

VI.1.1.04 Hortalizas o Huertos

VI.1.1.05 Flores y plantas

VI.1.1.06 Huertos, viveros o invernaderos de traspatio

VI.1.1.07 Instalaciones para la agroindustria

VI.1.1.08 Instalaciones agropecuarias, establos, caballerizas o granjas

VI.1.2 Agropecuarios

VI.1.2.01 Viveros

VI.1.2.02 Policría de especies menores

VI.1.2.03 Instalaciones para el cultivo piscícola

Artículo 35.-

Los usos y destinos de infraestructura de las áreas y predios, sus construcciones e instalaciones se clasifican en:

V.1.6 Basureros

V.1.6.01 Estaciones de transferencia de basura

V.1.6.02 Plantas de tratamiento de basura, fertilizantes orgánicos

V.1.6.03 Incineradores de basura.

16.2.5 Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU)

La planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial se concreta a través del Programa General, los Programas Delegacionales y los Programas Parciales, que en conjunto constituyen el instrumento rector de la planeación en la planeación urbana. Los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano del Distrito Federal dan respuesta a la necesidad de adecuar los instrumentos de planeación en materia de uso de suelo, a la dinámica social y económica del Distrito Federal; así como para que éstos sean congruentes con lo que establece la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y otras normas en la materia.

En los nuevos Programas Delegacionales de Desarrollo Urbanos que fueron actualizados de las 16 delegaciones entre 2008 hasta la fecha, se integra un conjunto de criterios y elementos agrupados en cuatro temas fundamentales:

- *Desarrollo urbano y medio ambiente.*
- *Conservación de las áreas naturales protegidas.*
- *Programas agropecuarios en suelo de conservación.*
- *Programas de conservación de los valores históricos y patrimoniales.*
- *Acciones de atención a rezagos de equipamiento, infraestructura y transporte.*
- *Desarrollo social*

A través del ordenamiento territorial, atender rezagos en equipamiento, servicios, infraestructura, vialidad, transporte, vivienda e imagen urbana.

- Mejoramiento de vivienda en zonas populares, unidades habitacionales, de interés social y viviendas deterioradas física o funcionalmente.
- Programas de vivienda para población de bajos ingresos y en situación de riesgo.
- Identificación de las zonas y elementos aislados con valor patrimonial, para su protección e integración al desarrollo de la demarcación.
- Incorporación del Plan Verde para el rescate y puesta en valor del espacio público y los elementos ambientales de la Ciudad de México.

Desarrollo económico

- Preservación y consolidación del empleo de calidad vinculado al desarrollo urbano.
- Programas y obras en el corto, mediano y largo plazos para el aprovechamiento sustentable del agua y la energía.
- Fomento a la industria de alta tecnología, no contaminante y de bajo consumo de agua y energía.
- Optimización del potencial y vocaciones urbanas, para la regeneración de zonas, mejoramiento de infraestructuras y de servicios.

Desarrollo metropolitano y regional

Incorporación del Programa Integral de Desarrollo Sustentable del Poniente de la Zona Metropolitana del Valle de México.

- Visión metropolitana y Sustentable al nivel Regional.
- Proyectos productivos para el Suelo de Conservación con visión metropolitana.
- Fortalecimiento de la identidad cultural de los pueblos y barrios.⁸²

16.2.6 Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU)

Los Programas Parciales de Desarrollo Urbano establecen la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial en áreas específicas de la ciudad. Los Programas Parciales tienen un carácter especial adaptado a las condiciones particulares de algunas áreas. En su mayoría fueron realizados en 1993 y 1994, aunque existe un gran número de ellos realizados en el año del 2000 y su instrumentación ya no corresponde a las necesidades para las que fueron creados, debido a la fuerte especulación del suelo, los cambios en la dinámica urbana de la Ciudad de México y los retos definidos en el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012.⁸³

En el Distrito Federal existen un total de 49 Programas Parciales de Desarrollo Urbano:

- 32 corresponden a suelo urbano.
- 17 corresponden a suelo de conservación.
- 14 se encuentran vigentes.
- 29 han concluido su vigencia.
- 11 no indican temporalidad o vigencia.

⁸² <http://www.seduvi.df.gob.mx>

⁸³ Ibid.

Los dos tiraderos Prados de la Montaña y la Alameda Poniente se ubican en la zona de Santa Fe, que pertenece a Álvaro Obregón y a Cuajimalpa de Morelos. El Gobierno del Distrito Federal por medio de la SEDUVI (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda) definió en 1994 Santa Fe como Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC) y la cambió en 1994 en Programas Parciales de Desarrollo Urbano, entre ellos se encuentra el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe. Desde 1997 hasta 2011 no se ha actualizado el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano; en 2012 se concluyó la actualización del Plan Parcial de Santa Fe.

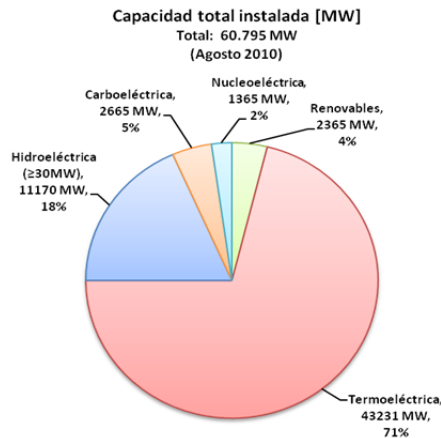
16.3 Marco normativo para energías renovables en México

Situación actual

El uso intensivo de combustibles fósiles para la generación de electricidad tiene impactos en la seguridad energética, en el medioambiente y en la salud. En México se han desarrollado diversas políticas, leyes, reglamentos y normativa para fomentar un uso racional de recursos no renovables e incrementar la implementación de fuentes de energía que causan un menor impacto al medioambiente.

La capacidad total instalada de electricidad en México son 60,795 Megawatt, de la cuales la mayoría (71 %) se produce en plantas termoeléctricas con recursos fósiles. En la producción de energía primaria las fuentes fósiles representan de la producción total un 89 % (petróleo 62 %, gas natural 27 %). Las energías renovables hacen sólo 4 % de la capacidad total instalada.

Figura 53: Capacidad total instalada



Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad

En la Estrategia Nacional de Energía 2010 (SENER: 2010) se definen tres ejes de trabajo: Seguridad Energética, Eficiencia Económica y Productiva, y Sustentabilidad Ambiental. Una meta es una “Capacidad de 35 % de generación eléctrica con tecnologías limpias”. Como “tecnologías limpias” se definen energías renovables, grandes hidroeléctricas y energía nuclear (según la gráfica un 24 % de la capacidad instalada).

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), es la empresa estatal encargada del suministro de la energía eléctrica a los clientes del servicio público, empleando para ello el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), y cobrando por su servicio una tarifa regulada. Existen diferentes tarifas que se designan según tipo de consumidor, zona y tipo de uso.

Tabla 87: Precios medios de energía eléctrica en México

| Precios medios de energía eléctrica [Centavos por kWh] | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------|----------------|
| Años | Doméstico | Comercial | Servicios | Agrícola | Empresa Mediana | Gran Industria |
| 2005 | 92.01 | 205.44 | 148.02 | 43.60 | 106.45 | 77.84 |
| 2006 | 98.35 | 231.58 | 157.04 | 44.39 | 119.14 | 88.63 |
| 2007 | 101.65 | 239.27 | 166.02 | 47.75 | 123.55 | 90.68 |
| 2008 | 106.18 | 254.98 | 172.15 | 50.97 | 152.69 | 118.30 |
| 2009 | 106.75 | 237.26 | 175.76 | 41.12 | 126.44 | 95.54 |
| 2010 | 111.97 | 257.00 | 186.28 | 49.24 | 143.17 | 109.99 |
| 2011 | 117.05 | 272.81 | 196.40 | 55.04 | 156.40 | 121.63 |
| 2012 | 115.44 | 285.04 | 212.67 | 62.67 | 166.64 | 129.32 |

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad

Se debe dividir entre el precio de venta y precio de compra de la electricidad. El costo de la electricidad que se genere y entregue a la red de CFE esta al momento en \$1.96 M.N. por kWh. El precio ponderado promedio de compra para el suministro actual es de \$2.25 M.N. por kWh. (2012)

Programas y Normas

Según el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, correspondió antes de 1992 exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.

Con el objetivo de incentivar la participación del sector privado en la expansión del sistema eléctrico, en 1992 se modificó la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), se incorporaron las modalidades de: autoabastecimiento, cogeneración, productor independiente, pequeña producción y exportación e importación de energía eléctrica.

Se definen según el Art. 36 fracción, Art. 101:

Autoabastecimiento

Es la generación de energía eléctrica para fines de autoconsumo siempre y cuando dicha energía se destine a satisfacer las necesidades de personas físicas o morales y no resulte inconveniente para el país.

Cogeneración

- *Es la producción de energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambas; Es la producción directa e indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada en los procesos de que se trate, y;*
- *Es la producción directa o indirecta de energía eléctrica utilizando combustibles producidos en los procesos de que se trate.*

Para esta modalidad es necesario que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la cogeneración, entendidos por tales, los de las personas físicas o morales que:

- *Utilizan o producen el vapor, la energía térmica o los combustibles que dan lugar a los procesos base de la cogeneración, o;*
- *Sean copropietarios de las instalaciones o miembros de la sociedad constituida para realizar el proyecto.*

Producción

independiente

Es la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada exclusivamente a su venta a la CFE o a la exportación.

Pequeña

producción

Es la generación de energía eléctrica destinada a:

- *La venta a CFE de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada.*
- *El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW.*
- *La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.*

Exportación

Es la generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos. Los permisionarios en esta modalidad no pueden enajenar dentro del territorio nacional la energía eléctrica generada, salvo que obtengan permiso de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para realizar dicha actividad en la modalidad de que se trate.

Importación

Es la adquisición de energía eléctrica proveniente de plantas generadoras establecidas en el extranjero mediante actos jurídicos celebrados directamente entre el abastecedor de la energía eléctrica y el consumidor de la misma.

Adicionalmente se publicó en 2008 la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). En base de esta ley presento la SENER en la siguiente administración el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (PEAER) y la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) define una política para la sustentabilidad energética que incremente la eficiencia energética y el aprovechamiento de las energías renovables en México. El Programa Sectorial de Energía 2007-2012, retoma los objetivos y estrategias del PND y propone, dentro de sus nueve objetivos, dos que están relacionados con el impulso a las energías renovables:

- *Aumentar la participación de las energías renovables en la capacidad de generación de energía eléctrica de un 23 % a un 26 %, contemplando proyectos hidroeléctricos de más de 30 MW.*
- *Fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables”, y retoma el indicador del objetivo anterior.*

La Estrategia Nacional de Energía 2010 está conformada por tres Ejes Rectores, que son Seguridad Energética, Eficiencia Económica y Productiva, y Sustentabilidad Ambiental. Se han

establecido nueve objetivos con respectivos líneas de acción, metas e indicadores. Destacan objetivo 2 “Diversificar las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias” y objetivo 4 “Reducir el impacto ambiental del sector energético”.

La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable se elaboró como el mecanismo para impulsar las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a alcanzar una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

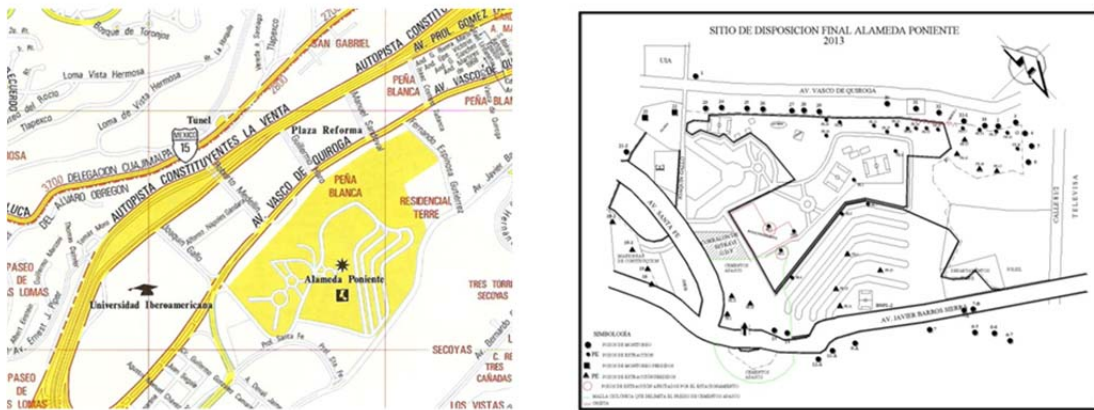
Adicionalmente, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), incluye entre sus objetivos y estrategias el desarrollo de las energías renovables para aprovechar su potencial para reducir los gases de efecto invernadero.

17 Monitoreo de 3 sitios de RSU en el DF

Se anexan las fichas técnicas y los croquis que proporcionó la Dirección General de Servicios Urbanos/ Dirección de Transferencia y Disposición Final/ Subdirección de Reciclaje/ Monitoreo Ambiental en febrero de 2013.

17.1 Ficha técnica Prados de la Montaña, Santa Fe

Figura 54: Prados de la Montaña, febrero de 2013



Fuente: Elaboración propia con datos de Guía Roji y monitoreo

ANTECEDENTES

El sitio de disposición final Prados de la Montaña se ubica al poniente de la Ciudad, en la Av. Carlos Lazo s/n. Col. Santa Fe. Del. Álvaro Obregón.

El subsuelo donde se localiza el sitio Prados de la Montaña está constituido por rocas ígneas extrusivas piroclásticas cubiertas parcialmente de suelos de la misma naturaleza que en ellas se han derivado. Estos materiales pertenecen a la formación tarango, que consisten de una secuencia de estratos integrados por fragmentos del tamaño de las gravas, arenas, limos y arcillas, la cual en ocasiones se encuentran fracturadas.

Las mencionadas condiciones litológicas y estratigráficas de esta formación geológica, con cambios laterales y verticales, le imprimen características de permeabilidad variable que la definen en términos generales como poco permeable, con alternancia de zonas impermeables y permeables

En 1982 existían solo tiraderos a cielo abierto en la Ciudad de México, en el periodo 1985 a 1987, la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) del entonces Departamento del Distrito Federal (DDF) inició varias acciones para cerrar, clausurar y sanear los tiraderos de residuos sólidos que operaban hasta el momento. El DDF inició simultáneamente la construcción y puesta en operación de los primeros rellenos sanitarios, ubicando uno de ellos en la zona de Santa Fe al Poniente de la Ciudad denominado Prados de la Montaña.

El cierre del tiradero de Santa Fe en 1987 se llevó a cabo en paralelo con el inicio de las operaciones del sitio Prados de la Montaña. En este sitio se realizaba pepena controlada durante el día y por la tarde y noche se realizaban las labores propias de la operación técnica del relleno sanitario.

Tuvo una vida útil de 7.4 años, recibió un aproximado de 5'635,000 toneladas de residuos sólidos, principalmente de tipo municipal.

Tabla 88: Resumen de sitio, Prados de la Montaña

| | |
|---|---|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°21'34"N 99°15'47"W |
| Ubicación | Av. Carlos Lazo S/No. Col. Santa Fe. Del. Álvaro Obregón |
| Vida útil (años) | 7.4 años (1987 a 1994) |
| Inicio de operaciones | Marzo de 1987 |
| Año de clausura | Julio de 1994 |
| Superficie (ha) | 24.6 de predio 21.5 de relleno |
| Residuos depositados (millones de t) | 5.6 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 14 a 44 |
| Fondo del relleno | Indicios de geosintético y terracería en desplante e impermeabilización parcial con geomembrana en paredes internas |
| Tipo de suelo | Rocas ígneas extrusivas piroplásticas, fragmentos de grava, arenas, limos y arcillas. |
| Cubierta final | Capas de nivelación (60 cm promedio), sello tepetate compactación controlada (30cm), erosión (20 cm), tierra vegetal (15cm), pasto. |
| Tipo de residuos depositados | Municipal |
| Uso del predio | Área verde de uso restringido al público. |
| Infraestructura para el control de biogás | 112 pozos que integran una red de extracción forzada y 61 pozos de monitoreo perimetral |
| Infraestructura para el control de lixiviado | Tres Pozos de lixiviado. (R01,R02 y pozo rojo) solo se tienen datos del pozo R01 |
| Características especiales | Clausura realizada bajo criterios de la US EPA California |

Fuente: Elaboración propia

OPERACIÓN

En octubre de 1994 se iniciaron las obras de clausura y colocación de cubierta final, la cual consta de seis capas de diferentes espesores:

- Capa de nivelación. Constituida por materiales térreos de baja calidad, producto de excavaciones y con espesores variables en toda el área del relleno.
- Capa base (1 y 2). Se conformó con material areno arcilloso en un espesor de 60 cm. Su colocación se realizó en dos capas de 30 cm. de espesor cada una y fueron compactadas al 95 % del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material

- Capa sello. Se conformó con un tepetate arcillo limoso carente de materiales contaminantes, con un espesor de 30 cm, compactado al 95 % de su PVSM, alcanzando un coeficiente de permeabilidad de 10^{-6} cm/seg.
- Capa protectora de la erosión. Constituida por material tepetate arcilloso limoso, carente de materiales contaminantes, en un espesor de 20 cm. compactada al 95 % PVSM.
- Capa de cubierta vegetal. Capa constituida con tierra vegetal, con espesores variables que van desde 15 hasta 40 cm en diferentes zonas del relleno; sobre esta capa fue sembrado pasto en rollo.

Ese mismo año se construyeron caminos interiores, canaletas pluviales y se sembró pasto y árboles en la periferia del sitio.

En 1996 se realizó la última etapa de perforación de pozos para la captación de biogás y la construcción de una red de extracción forzada para el control y conducción de biogás.

La red de extracción forzada de biogás inició su operación a finales de 1996 y consta de un aproximado de cinco kilómetros de tubería dividida en tres subredes: norte, sur y perimetral, todas conectadas a 3 quemadores, 2 de ellos con capacidad de $16 \text{ m}^3/\text{min}$. y uno con capacidad de $65 \text{ m}^3/\text{min}$.

RESULTADOS HISTÓRICOS DE MONITOREO

Prados de la Montaña presentaba en 1994 resultados de explosividad de 100 % prácticamente en la totalidad de los pozos de monitoreo y pozos de venteo que poseía. La concentración de metano en los pozos de monitoreo estaba por arriba del 50 % en volumen de metano. Sin embargo, esta condición cambió cuando se inició la operación de la red de extracción forzada de biogás, ya que su operación permite captar el biogás para que se evite o mitigue su migración lateral hacia la periferia del sitio.

Al inicio de la operación de la red de captación de biogás, las concentraciones de biogás se encontraban cercanas de 75 % en volumen de metano, el promedio de metano en el sitio en el año 2001 era de 53.09 % en volumen de metano.

Los lixiviados presentaban alto contenido de microorganismos como son *Basillus sp*, *Klebsiella sp.*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, entre otros, así como elevado resultado de demanda bioquímica de oxígeno con valores superiores a 6,000 mg/l.

Durante el año 1998, Servicios Metropolitanos S.A. de C.V. (SERVIMET) contrató un estudio al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) denominado Estudio de Riesgo Geológico Ambiental en el Área del Relleno Sanitario Denominado "Prados de la Montaña" D.F., en el cual se señala que como una de las conclusiones que no es posible estimar la eficiencia de producción de biogás producto de la degradación de la materia orgánica. Que se percibe migración hacia la zona de la Expo-México y a la zona entre las escuelas Eton y West Hill. Asimismo en el apartado de Seguridad Industrial, dicho estudio indica que los resultados obtenidos tienen baja probabilidad de generar un caso catastrófico pero la posibilidad siempre estará presente.

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Este sitio es objeto del programa de Monitoreo Ambiental que lleva a cabo la Dirección General de Servicios Urbanos. Las actividades que se realizan son:

Tabla 89: Actividades de monitoreo ambiental, Prados de la Montaña

| Actividad | Frecuencia |
|---|--|
| Mediciones de biogás (Explosividad (%), oxígeno (%), Tóxicos (ppm de H ₂ S)) | Semanal |
| Toma de muestra de biogás | Su frecuencia era mensual, sin embargo, no se ha tomado muestra desde el mes de octubre de 2009, debido a falta de presupuesto para materiales y reactivos en el Laboratorio Central de Biología Ambiental de la Dirección Técnica |
| Mediciones y muestra de lixiviado | Su frecuencia era bimestral, sin embargo, su frecuencia de muestreo se afectó desde 2009 debido a falta de presupuesto para materiales y reactivos en el Laboratorio Central de Biología. Asimismo no se tienen datos a partir de 2011, ya que se ha agotado el lixiviado de los pozos destinados para su muestreo, obteniendo solo lodos. |

Fuente: Elaboración propia

Las actividades de monitoreo tienen como finalidad verificar la migración de biogás en la periferia del sitio, así como verificar la condición del lixiviado que se encuentra en el sitio.

Con relación a los resultados de biogás correspondientes al año 2009 a 2013 se observa lo siguiente:

Pozos de monitoreo: En 2009 de los 61 pozos de monitoreo que se ubican en la periferia del sitio, se ha detectado resultados variables de explosividad con valores de 3.33 % hasta 100 % y se han obtenido concentraciones de metano entre 0.0530 a 80.1727 % en volumen, indicando que existe migración de biogás hacia toda la periferia del sitio. Para los años 2010 a 2013, sólo se realizaron mediciones de explosividad, pues se carece de presupuesto para realizar análisis de muestras de biogás, se obtuvieron valores de explosividad entre 10 a 100 % de explosividad siendo más común los valores altos de explosividad en la mayoría de los pozos de monitoreo.

Pozos de la red de extracción: Los 112 pozos de extracción presentan una profundidad entre 9 a 35 metros y están conectados a una red de extracción forzada, la cual consta de aproximadamente 5 km de tubería. Los pozos de extracción presentan valores prácticamente constantes de 100 % de explosividad con promedio de explosividad del total de los pozos de 90.89 a 99.59 % de explosividad. Detectando concentraciones de metano entre 0.1 a 71.15 % en volumen. El promedio general del sitio a lo largo de 2009 es de 37.53 % en volumen de metano. Cabe aclarar que para 2013 el valor promedio de biogás es de 48.28 % en volumen. Es de importancia mencionar que a pesar de que el sitio fue clausurado en 1994, todavía presenta generación de biogás y la red de extracción está en operación para controlar dicha generación que se produce actualmente en el sitio.

Lixiviados. Con relación al muestreo de lixiviado, se realiza de manera bimestral, el punto de muestreo se ubica en la zona central del sitio. Los resultados correspondientes a los meses febrero, abril, junio y agosto de 2009 donde se detecta que el lixiviado posee valores más elevados de lo establecido en la norma NOM-001-SEMARNAT-1993, como son grasas y aceites y demanda bioquímica de oxígeno. Es de importancia que no se detectan microorganismos de tipo patógeno en el lixiviado.

Durante 2010 solamente se realizó muestreo de lixiviados en los meses de febrero y abril, sin embargo, no se le practicaron todos los análisis requeridos por falta de presupuesto, se detectaron valores elevados de sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales

Nuevamente para 2011 solo se muestreo lixiviado los meses de abril y junio, detectando valores elevados de grasas y aceites, y de sólidos suspendidos totales.

PROBLEMÁTICA DEL SITIO

El sitio se encuentra en la zona de Santa Fe, una zona de gran desarrollo habitacional y comercial. En la periferia del sitio se encuentra la zona residencial La Loma, escuelas de importancia como son: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Santa Fe, Universidad West Hill, Colegio Eton, así como el Centro de exposiciones Expo México BBVA Bancomer. Todavía existen predios cercanos que no han sido construidos, razón por la cual es de interés verificar la condición que presenta el sitio para garantizar la seguridad en el desarrollo de nuevas edificaciones.

Actualmente Prados de la Montaña es un sitio que se conserva como área verde sin acceso al público hasta que se abata la generación de biogás. Se observa que se ha ido disminuyendo progresivamente la generación de metano en el sitio con una reducción de 29.31 %.

El sitio por sí mismo no genera contaminación considerada de riesgo para la población circunvecina, se podría indicar que contamina al ambiente debido a sus emisiones de biogás, la cual es abatida por la quema del mismo, ya que son más contaminantes las emisiones de metano a la atmósfera por su efecto invernadero que emitir bióxido de carbono como resultado de la quema del mismo. Por otra parte los lixiviados no representan riesgo sanitario debido a que se encuentran atrapados al interior del sitio.

Referencias

Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Estudio de Riesgo Geológico Ambiental en el Área del Relleno Sanitario Denominado "Prados de la Montaña". D.F. Diciembre 1998.

GDF/SOS/DGSU/DTDF "Mantenimiento a la Red de Extracción Forzada del sistema de Control de Biogás, en el Relleno Sanitario Clausurado Prados de la Montaña. Enero 2000.

Dames & Moore. Manual de Procedimientos para el arranque del Sistema de Control de Biogás. Relleno sanitario Prados de la Montaña. Abril 1997.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SODF/ Unidad Departamental de Disposición Final.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/Monitoreo Ambiental/ Resultados de Monitoreo Ambiental en Prados de la Montaña.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/Monitoreo Ambiental/ Resultados históricos de Prados de la Montaña.

17.2 Ficha técnica Alameda Poniente, Santa Fe

Febrero, 2013

ANTECEDENTES

Alameda Poniente se caracterizó por grandes explotaciones de bancos de material apto para las construcciones, tales explotaciones se ejecutaban por medio de socavones, pues el volumen que obtenían normalmente era reducido, sin embargo, para grandes volúmenes se procedía por excavaciones a cielo abierto; para el primer caso, es decir por socavones, se acostumbraba seguir el lentejón hasta que se agotaba el material, el cual podría ser arena pumítica o grava, esto dio lugar a que la zona quedara afectada por cavernas de longitud y cobertura variable, que con el tiempo y el desarrollo urbano, en la mayoría de los casos se perdió su vestigio, ello dio lugar a un subsuelo lleno de incertidumbres, sobre todo para los diseños de cimentación o proyectos similares.

Todo lo anterior indica que la estructura de la zona se encuentra constituida geológicamente por grandes depósitos de materiales ígneos-extrusivos, de edad terciaria-cuaternaria, que dieron origen a una fisiografía de lomeríos poco escarpados disectados por barrancas o cañadas profundas. De los depósitos citados, se destacan los potentes mantos de materiales tobáceos, con sus intercalaciones de arena, grava, fragmentos y otros de tipo sillar, los cuales corresponden a la denominada Formación Tarango.

El antiguo tiradero a cielo abierto de Santa Fe, operó a partir de la década de los años 40. Tuvo una vida útil de 40 años, recibió un aproximado de 25 a 30 millones de toneladas de residuos sólidos principalmente de tipo municipal, con espesores de basura de 30 a 60 metros de profundidad y una superficie de 60.4 ha. El saneamiento y clausura del tiradero de Santa Fe dio lugar a la Alameda Poniente, un parque de acceso restringido que contaba en sus inicios con 18.1 ha es superficie de áreas verdes y el 42.3 ha es superficie de obras deportivas, recreativas y de servicios en general.

UBICACIÓN

El sitio de disposición final Alameda Poniente se ubica dentro de la delegación Álvaro Obregón, está delimitado por la Av. Vasco de Quiroga, Prolongación Santa Fe, Av. Javier Barros Sierra y Calle Fernando espinosa Gutiérrez.

Tabla 90: Resumen de Sitio, Alameda Poniente

| | |
|--|---|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°22'18"N |
| | 99°15'23W |
| Ubicación | Av. Prolongación la Fe s/No. Entre Av. Javier Barros Sierra y Av. Vasco de Quiroga Col. Santa Fe. Del. Álvaro Obregón |
| Vida útil (años) | 40 años (40's a 1987) |
| Año de clausura | 1987 |
| Superficie total (ha) | 60.4 |
| Superficie de áreas verdes (ha) | 18.1 |
| Superficie de obras deportivas, recreativas y servicios en general (ha) | 42.3 |
| Residuos depositados (millones de t) | 25 a 30 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 30 a 60 |

| | |
|--|--|
| Tipo de suelo | Socavones de actividad minera (arena). Rocas ígneas, fragmentos de arena, grava y otros de tipo sillar |
| Fondo de relleno | Tiro directo sobre terreno natural |
| Cubierta final | Material térreo con espesores variables |
| Tipo de residuos depositados | Municipal y construcción |
| Uso del predio | Deportivo en periodos restringidos |
| Infraestructura para el control de biogás | Inicialmente 38 pozos de monitoreo de biogás y 35 pozos de venteo. Actualmente 30 pozos de monitoreo de biogás y 23 pozos de venteo o de extracción. |
| Infraestructura adicional objeto de monitoreo de biogás | Grieta ubicada al norte del sitio. |
| Infraestructura para el control de lixiviado | No existe |
| Características especiales | Existencia de cavernas |

Fuente: Elaboración propia

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL:

Este sitio es objeto del programa de Monitoreo Ambiental que lleva a cabo la Dirección General de Servicios Urbanos. Las actividades que se realizan son:

Tabla 91: Actividades de monitoreo ambiental, Alameda Poniente

| Actividad | Frecuencia |
|--|---|
| Mediciones de biogás: Explosividad (%), oxígeno (%), Tóxicos (ppm de H ₂ S) | Semanal |
| Toma de muestra de biogás | Mensual hasta 2009. A partir de 2010 a la fecha no se ha tomado muestra solo mediciones de explosividad por falta de presupuesto para el análisis de muestras por cromatografía de gases por parte del Laboratorio Central de Biología Ambiental de la Dirección Técnica. |

Fuente: Elaboración propia

El sitio tiene una infraestructura actual de 30 pozos perimetrales, con un total de 87 niveles, y 23 pozos de venteo, además se realizan mediciones en una grieta localizada al norte del sitio, formada por el asentamiento de residuos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES DE MONITOREO AMBIENTAL

Durante 2009, las actividades de monitoreo y los registros de metano emitidos por el Laboratorio Central de Biología Ambiental, en el período marzo-noviembre, arrojaron lo siguiente:

En diez pozos perimetrales, los datos de explosividad promedio en campo indicaron presencia de biogás, con riesgo en uno o más niveles por valores entre 80 y 100 % de forma regular, son estos los pozos 7-A, 7-B, 11-A, 12-A, 15, 21-2, 23, 24, 25 y 27.

En los pozos 9-A Y 28 se observó actividad de migración en alguno de los niveles que componen el pozo, sin embargo, los datos obtenidos fueron menores a 80 %.

Respecto a concentraciones de metano en pozos perimetrales se tiene un rango de 0.0429 % a 54.2879 % en volumen, este último registrado en el pozo 7-A nivel 1.

Durante 2010 la actividad en pozos perimetrales ha disminuido, teniendo únicamente cinco pozos en actividad constante de migración de biogás con explosividad crítica de 80 a 100 % en uno o más de sus niveles: 7-A, 7-B, 9-A, 11-A y 15. Los pozos con registros por debajo de 80 % han aumentado de dos durante 2009 a ocho en este año: 12-A, 21-2, 23, 24, 25, 26, 27 y 28.

Para 2011 y 2012, se detectaron valores de 100 % de explosividad de manera constante en los pozos de monitoreo 7-A, 7-B, 9-A, 11-A, 12-A, y 15, así como valores variables de explosividad entre 10 a 100 % en los pozos 21-2, 23, 24, 25, 26, 27 y 28.

Para pozos de venteo durante 2009, se detectaron valores de 100 % de explosividad en casi toda la infraestructura, comportamiento que se cumplió de la misma manera en 2010 y principios de 2012. Cabe aclarar que no se ha monitoreado el biogás de los pozos de venteo debido a la presencia de víboras de cascabel en el sitio, razón por la cual el personal de monitoreo ya no accede a la zona de pozos de venteo.

En pozos de venteo se observaba en 2009 un rango de 0.1747 % a 59.7601 % en volumen. A partir del año 2010 no se cuenta con datos de metano, por lo cual no es posible determinar las condiciones en que migra el biogás.

Por otro lado, considerando la ubicación de puntos con explosividad crítica es posible indicar mayor actividad al Norte del sitio, por la grieta y los pozos de extracción, y al Este, por los pozos 7-A, 7-B, 9-A, 11-A y 15.

Punto adicional objeto de monitoreo de biogás: Aunque no es parte de la infraestructura, la grieta 1 ubicada al norte del sitio, también arrojó explosividad de 100 % de forma constante. Los datos obtenidos son de 100 % de explosividad de manera constante, así como resultados de concentración de metano entre 0.4219 a 40.7454 % en volumen durante 2009.

Para el año **2011**, se le ha dado seguimiento al biogás de los pozos de venteo del sitio Alameda Poniente con equipo GEM 2000 plus, el cual arroja datos de explosividad y composición en pozos de venteo; presenta valores de explosividad de relevancia en la mayoría de los pozos. La concentración de metano es de riesgo en los pozos de venteo Ext-02, Ext-03, Ext-07, Ext-14, Ext-17, Ext-25, Ext-29, Ext-30, Ext-32, Ext-33, Ext-34, Ext-35, llegan a presentarse valores cercanos al 60 % en volumen de metano.

Actualmente en enero de **2013**, la condición que presenta el sitio es la siguiente: La infraestructura de pozos de venteo no se ha monitoreado. En cuanto a los pozos de monitoreo se detectaron valores de 100 % de explosividad en los pozos 7-A, 7-B, 11-A, 23, 27 y 28, así como valores variables de explosividad entre 10 a 90 % en los pozos 2, 4, 6-5, 6-6, 9-A, 21-2, 24 y 26.

PROBLEMÁTICA DEL SITIO

- Derivado de las actividades de monitoreo, se ha detectado la presencia de biogás en la zona central del sitio, así como migración hacia la periferia del mismo, principalmente en la zona Este, sobre la avenida Javier Barros Sierra frente al residencial Terre y en la zona Oeste sobre la avenida Vasco de Quiroga entre Joaquín Gallo y Roberto Medellín.

- Debido a las maniobras de construcción de un estacionamiento en la parte central del sitio y la nivelación del terreno para la instalación de un corralón de autos por parte de la Secretaría de Seguridad Pública, la infraestructura para el control de biogás ha sido afectada, pues históricamente presenta valores de explosividad importantes ya que se trata de tubería destinada al venteo de biogás.
- La falta de mantenimiento al sitio, principalmente labores de poda, impide que sea visible la formación de grietas en la cubierta vegetal y puedan ser monitoreadas. En abril de 2003 se formó una grieta de 60 metros de longitud aproximadamente, en la zona norte del sitio, la cual ha sido vigilada constantemente por el área de monitoreo, pero es importante que sea sellada para evitar riegos por su contenido de metano.
- Adicionalmente, el sitio cuenta con áreas donde la hierba crece sin ningún control, lo que ha ocasionado que en épocas de estiaje se generen incendios por la hierba seca y la presencia de biogás en la zona.
- Se detectó presencia de víboras de cascabel en la zona de pozos de venteo, lo cual a partir de 2012 no se ha ingresado a esa zona por seguridad del personal que realiza el monitoreo en ese sitio.
- Cabe aclarar que el sitio a pesar de haber sido clausurado aproximadamente en 1987, continúa generando biogás, según los resultados actuales en pozos de extracción y de monitoreo. El realizar trabajos en un sitio de disposición final clausurado implica ciertos cuidados y riesgos. El biogás por poseer en su composición metano, le confiere su característica de inflamabilidad y explosividad, que tiende a buscar salida y comienza a migrar a zonas donde no se tenía presencia del mismo. Por lo anterior, se recomienda resguardar la infraestructura para control de biogás.

Comentarios

Aunque el sitio fue clausurado en 1987, por la Dirección, General de Servicios Urbanos, actualmente el sitio se encuentra bajo la administración de Servicios Metropolitanos S.A. de C.V. (SERVIMET).

El sitio debe permanecer como un parque sin acceso al público, debido a que aún se presenta migración de biogás tanto en pozos de monitoreo como de extracción. La DGSU realiza el monitoreo de biogás en el sitio, según lo indica la NOM-083 SEMARNAT-2006.

Debido al alto riesgo por la concentración de metano que presentan los pozos para control de biogás, y la falta de mantenimiento de cubierta del sitio, se requiere que el sitio permanezca con acceso restringido.

Referencias

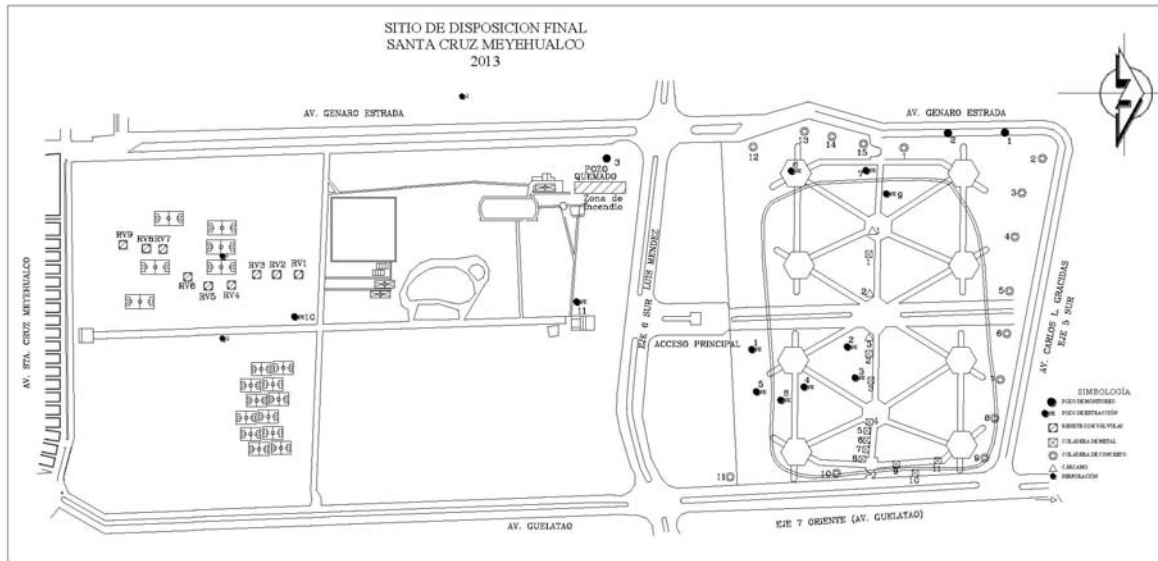
GDF/SOS/DGSU/DTDF/SODF/ Unidad Departamental de Disposición Final.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/Monitoreo Ambiental/ Resultados de Monitoreo Ambiental en Alameda Poniente.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/Monitoreo Ambiental/ Resultados históricos de Alameda Poniente.

17.3 Situación actual del sitio de disposición final clausurado Santa Cruz Meyehualco *Parque Cuitláhuac, febrero, 2013*

Figura 55: Sitio de disposición clausurado Santa Cruz Meyehualco



Fuente: Elaboración propia con datos de Guía Roji y monitoreo

UBICACIÓN

El sitio de disposición final Santa Cruz Meyehualco se ubica al oriente de la Ciudad de México, en territorio de la delegación Iztapalapa y está rodeado por una serie de vialidades importantes como el eje 5 Sur (Av. Circunvalación) al Norte, al Este la Av. Guelatao, al Sur Av. Santa Cruz Meyehualco, al Poniente Av. Genaro Estrada y dividido en dos zonas por la Av. Luis Méndez dichas vialidades están construidas con concreto asfáltico y cubrieron parte de los residuos allí depositados.

La ubicación del sitio no contempló parámetros de protección al medioambiente, sino que solamente se aplicó el factor lejanía con respecto a asentamientos humanos, pues cabe recordar que la zona era una planicie terregosa. La operación de este sitio se llevaba sin control o clasificación alguna, por lo que se disponían todo tipo de residuos en contacto directo con el terreno natural.

El antiguo tiradero de Santa Cruz Meyehualco, inició operaciones en 1948, en sus primeros años, recibía diariamente 500 toneladas de residuos sólidos, hasta 6 mil toneladas cerca de su clausura, ocupando cerca de 150 hectáreas. Su clausura fue en el año 1984.

Actualmente se denomina Parque Cuitláhuac y es administrado por la delegación Iztapalapa. Ocupa actualmente una extensión de 140 hectáreas divididas en 60 hectáreas de la zona recreativa y 80 hectáreas de la zona deportiva.

TABLA RESUMEN DEL SITIO

Tabla 92: Resumen del sitio, Santa Cruz Meyehualco

| | |
|--|---|
| Coordenadas (Google Earth) | 19°21'40"N 99°02'40"W. |
| Ubicación (Domicilio) | Al oriente de la Ciudad de México, en la delegación Iztapalapa, Av. Luis Méndez. |
| Vida útil (años) | 35 años |
| Inicio de operaciones | 1948 |
| Año de clausura | 1984 |
| Superficie (ha) | 140 hectáreas. |
| Residuos depositados (millones de t) | 45 |
| Espesor aproximado de residuos (metros) | 8 a 12 m |
| Fondo del relleno (preparación del terreno) | Directo sobre terreno natural. |
| Tipo de suelo | Arcillas compresibles de media a alta |
| Cubierta final | Material terreo, espesores variables. |
| Tipo de residuos depositados | Municipal |
| Uso del predio | Zona deportiva y recreativa. |
| Infraestructura para el control de biogás inicial en el sitio | 3 pozos de monitoreo con 3 niveles y 11 pozos de venteo de biogás |
| Infraestructura para el control de biogás actual | 3 pozos de monitoreo con 3 niveles y 10 pozos de extracción de biogás, 15 coladeras de concreto, 11 coladeras metálicas, 3 cárcamos, 9 registros de válvulas. |
| Infraestructura para el control de lixiviado inicial en el sitio | No existía |
| Infraestructura para el control de lixiviado actual | No existe |
| Características especiales del sitio | Incendio severo previo a su clausura |

Fuente: Elaboración propia

PROGRAMA DE MONITOREO

El sitio Santa Cruz Meyehualco se encuentra incluido dentro de las actividades del Programa de Monitoreo Ambiental que lleva a cabo la Dirección General de Servicios Urbanos. En dicho sitio se realiza básicamente actividades de monitoreo relativas al biogás generado a consecuencia de la degradación de los residuos orgánicos depositados en él.

Tabla 93: Actividades de monitoreo ambiental, Santa Cruz Meyehualco

| Actividad | Frecuencia |
|---|--|
| Mediciones de biogás (Explosividad (%)) | Mensual |
| Toma de muestra de biogás | Su frecuencia era mensual, sin embargo, no se ha tomado muestra desde el mes de octubre de 2009, debido a falta de presupuesto para materiales y reactivos en el Laboratorio Central de Biología Ambiental de la Dirección Técnica |

Fuente: Elaboración propia

La infraestructura que se monitorea ha variado a lo largo del tiempo, ya que anteriormente únicamente se monitoreaba la infraestructura de biogás que consistía en pozos de venteo y pozos de monitoreo. Actualmente se realizan mediciones de explosividad, temperatura de biogás y toma de muestra de biogás ocasionalmente. Se ha ampliado la infraestructura objeto de monitoreo, básicamente por las necesidades que se han presentado en el interior del sitio, la cual consiste en:

- 3 pozos perimetrales de monitoreo (cada pozo incluye 3 niveles a diferente profundidad) (Actualmente totalmente deteriorados, ya no cumplen su función).
- 10 pozos de venteo.
- 15 coladeras de concreto.
- 11 coladeras metálicas.
- 3 cárcamos.
- 9 registros de válvulas.

Para ubicar la infraestructura objeto de monitoreo se anexa copia del croquis de ubicación. Cabe aclarar que la mayor parte del monitoreo de biogás se realiza en la zona recreativa del parque. El monitoreo de biogás sólo se realiza en 1 pozo de monitoreo y 1 pozo de venteo ubicados en la zona deportiva del parque.

RESULTADOS DE MONITOREO

Los resultados de los monitoreos realizados a lo largo del año 2004 a 2012 indican que aún se detecta presencia de biogás en el sitio.

Cabe aclarar que el sitio requiere de mayor infraestructura perimetral de monitoreo, ya que 3 pozos para monitoreo de la migración horizontal son insuficientes para predecir algún fenómeno de migración. Los pozos M-1 nivel 3 y M-2 niveles 2 y 3 registraron valores de explosividad variable con un máximo de 100 % de explosividad. Los pozos de monitoreo fueron bloqueados o dañados severamente a partir de 2010, quedaron totalmente inservibles para 2012, razón por la cual se carece a la actualidad de información de los 3 pozos de monitoreo en este sitio.

Referente a los pozos de venteo, éstos se ubican en su mayoría en la zona recreativa, solamente 1 de estos se ubica en la zona deportiva del parque. Se detectan valores de 100 % de explosividad en algunos de los pozos dentro de la zona recreativa durante todo el año. Estos pozos presentan valores de metano dentro de rango explosivo o superiores a él, lo cual implica riesgo por encontrarse dentro de la zona recreativa del sitio.

El pozo 10 ubicado al centro de la zona deportiva presentaba hasta noviembre de 2011 explosividad variable con un máximo de 100 %, fecha en la cual desapareció y el pozo 11 a partir de 2010 presenta valores nulos de explosividad. Ambos pozos presentaban

ocasionalmente concentraciones de metano cercanas al rango explosivo. Para el mes de noviembre de 2011 los pozos fueron afectados y desaparecidos por las obras realizadas por parte de la delegación Iztapalapa en la zona deportiva del parque, la cual se transformó, ya que se construyó un lago artificial, una granja y una red de captación de biogás, entre otras obras.

El último monitoreo realizado fue el día 23 de enero del presente año, donde se observó que los tres pozos de monitoreo se encuentran bloqueados y solamente tres pozos de venteo ubicados en la zona recreativa presentan rangos de explosividad de 40 a 50 %.

La infraestructura adicional que se monitorea como son coladeras, alcantarillas, registro de válvulas y cárcamos, carecen de valores de explosividad.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El área de Monitoreo de la DGSU ha realizado diversos apoyos con relación a monitoreo de biogás, como fue en 2005 para un estudio realizado por la Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual consistía en perforaciones para tomar muestra inalterada de suelo, donde se detectó presencia de biogás en las perforaciones realizadas en la zona recreativa del Parque.

Durante el año 2009, el área de monitoreo se realizó apoyo con mediciones de biogás en la excavación de cepas para la reforestación del parque, sin embargo, por tratarse de excavaciones de 1 metro cuadrado de profundidad, no se detectó presencia de biogás en las cepas.

Por ser un sitio de disposición final, el parque Cuitláhuac presenta generación de biogás, sin embargo, apoyándose en el estudio denominado "Estudio Geofísico Parcial en el Sitio de Disposición Final Clausurado Santa Cruz Meyehualco" de fecha Diciembre de 1999, realizado por la empresa Investigaciones de la Tierra, S.A. de C.V. se indica que la presencia de biogás se ha visto reducida, sin embargo, aún persisten zonas de producción, mismas por las que el biogás puede desplazar por el espacio ocupado por los residuos sólidos aún persistentes. Se recomienda en dicho estudio dar seguimiento al biogás presente en el sitio, para evitar que de alguna manera se lleguen a formar impactos peligrosos, ya que no se debe olvidar que se trata de un antiguo sitio de disposición final que actualmente es empleado como parque con alta concurrencia. La mayor problemática por biogás se percibe en la zona deportiva del Parque y a profundidades a partir de 3 metros.

Los posibles usos y proyectos que se destinen al Parque Cuitláhuac deben de realizarse tomando en cuenta aspectos relevantes como son:

- La cubierta de sello con la que fue clausurado el sitio se ha ido erosionando con el paso del tiempo, razón por la cual en algunas zonas se encuentra con espesores mínimos por los cuales podría detectarse migración de biogás. Lo anterior, aunado a la falta de mantenimiento de la cubierta del parque son factores que pueden propiciar la presencia de biogás.
- Los vestigios de biogás señalados en el estudio de geofísica arriba citado se encuentran superficialmente a menos de 5 metros de profundidad, sobre todo en la zona deportiva.
- La instalación de estructuras pesadas, así como vibraciones y golpes pueden influir en el movimiento del biogás a través de los paquetes de residuos presentes en el sitio.
- La falta de mantenimiento del parque, como es la falta de poda y presencia de basura, puede provocar incendios que pueden verse favorecidos por la presencia de biogás.

Elvira Schwanse

Actualmente el Parque Cuitláhuac cuenta con una red de captación de biogás que fue instalada y es operada por personal de la delegación Iztapalapa.

Referencias

Estudio Geofísico Parcial en el Sitio de Disposición Final Clausurado Santa Cruz Meyehualco. Diciembre 1999. Investigaciones de la Tierra S.A. de C.V.

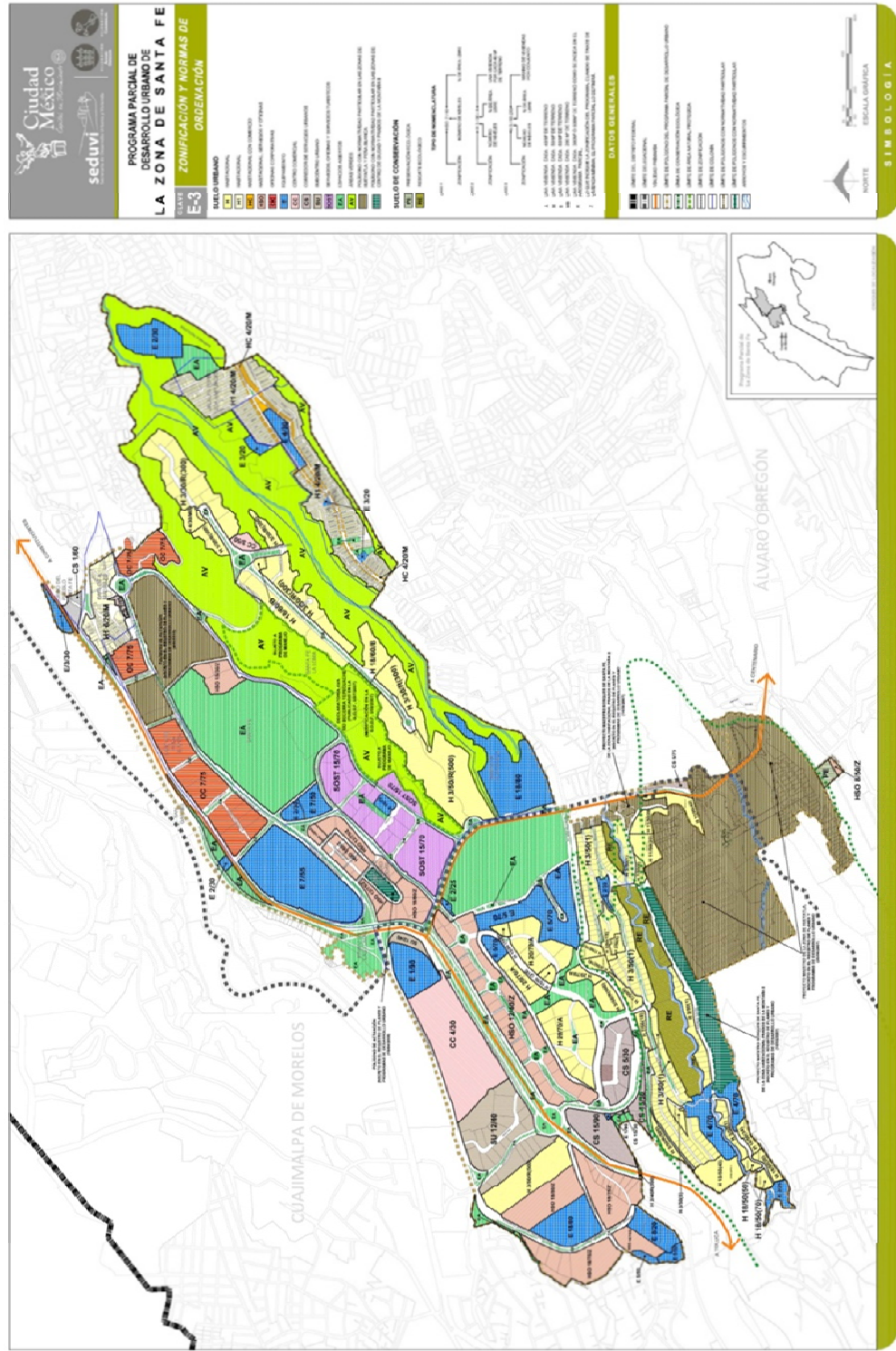
GDF/SOS/DGSU/DTDF/SODF/ Unidad Departamental de Disposición Final.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/Monitoreo ambiental/ Resultados de Monitoreo Ambiental en Santa Cruz Meyehualco.

GDF/SOS/DGSU/DTDF/SR/UDPC/ Resultados históricos de en Santa Cruz Meyehualco.

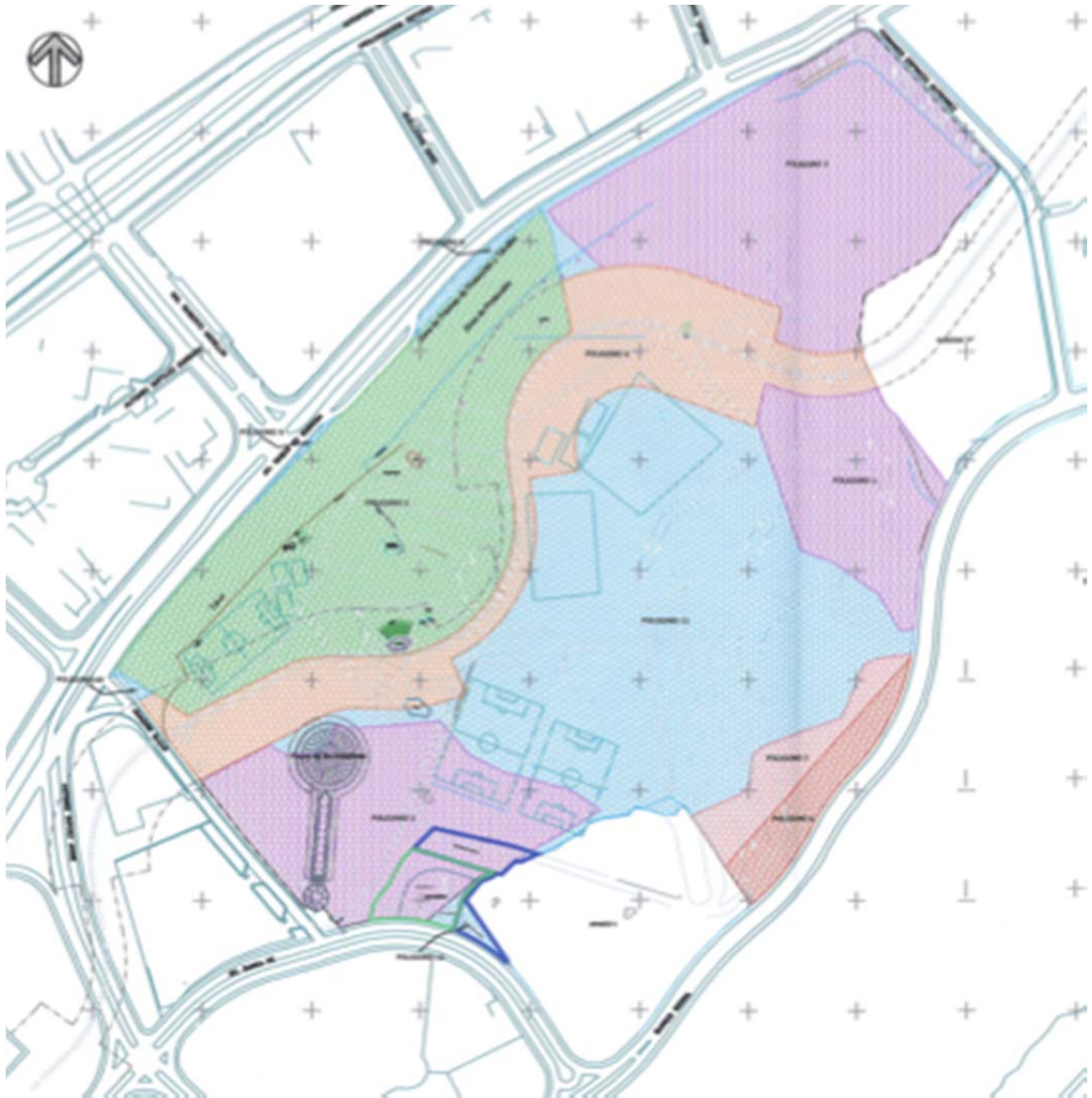
18 Planes de Desarrollo Urbano

Figura 56: Plan de Desarrollo parcial de la Zona de Santa Fe, 2012



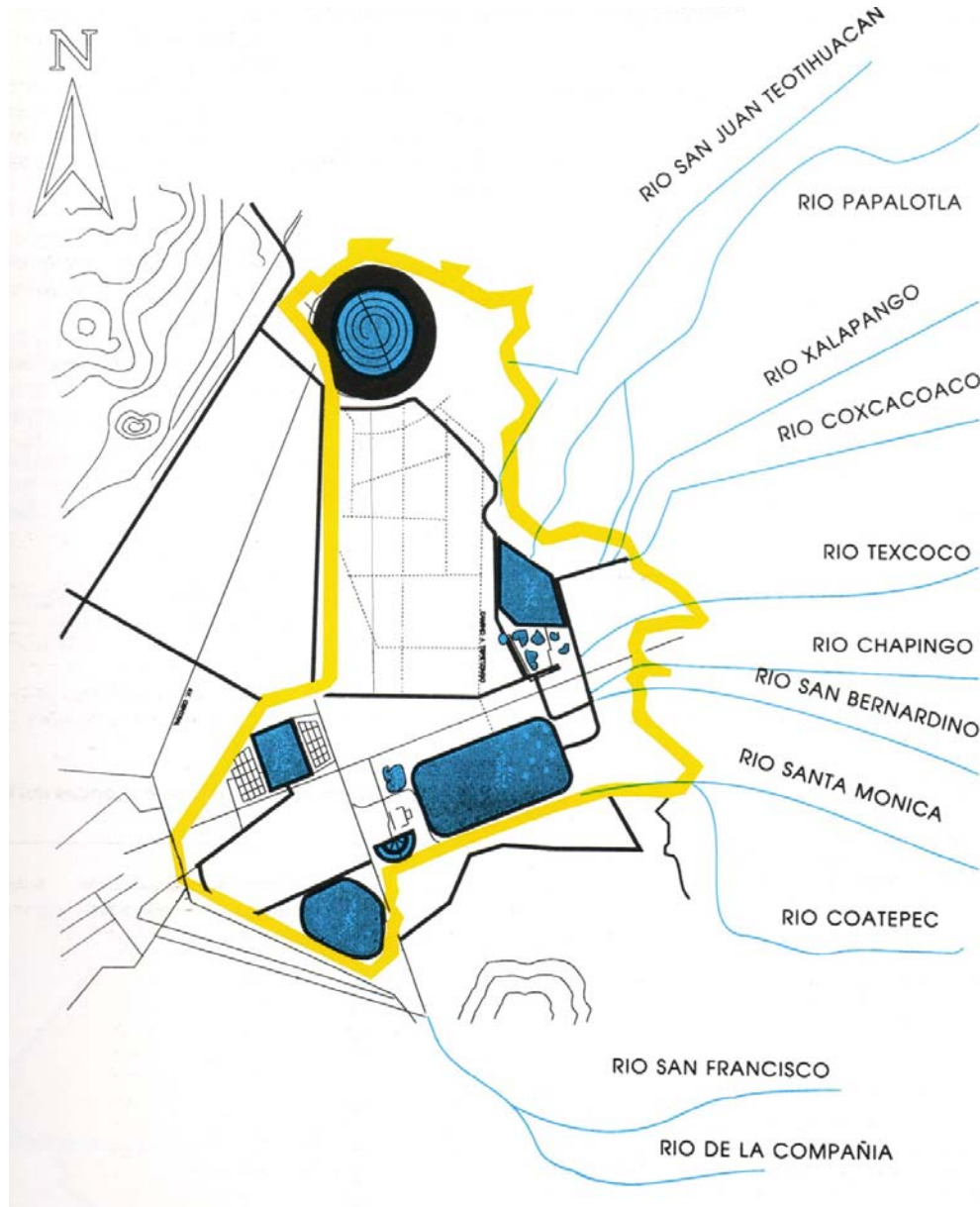
Fuente: GDF

Figura 57: Plan de la Alameda Poniente en Santa Fe con sus diferentes competencias



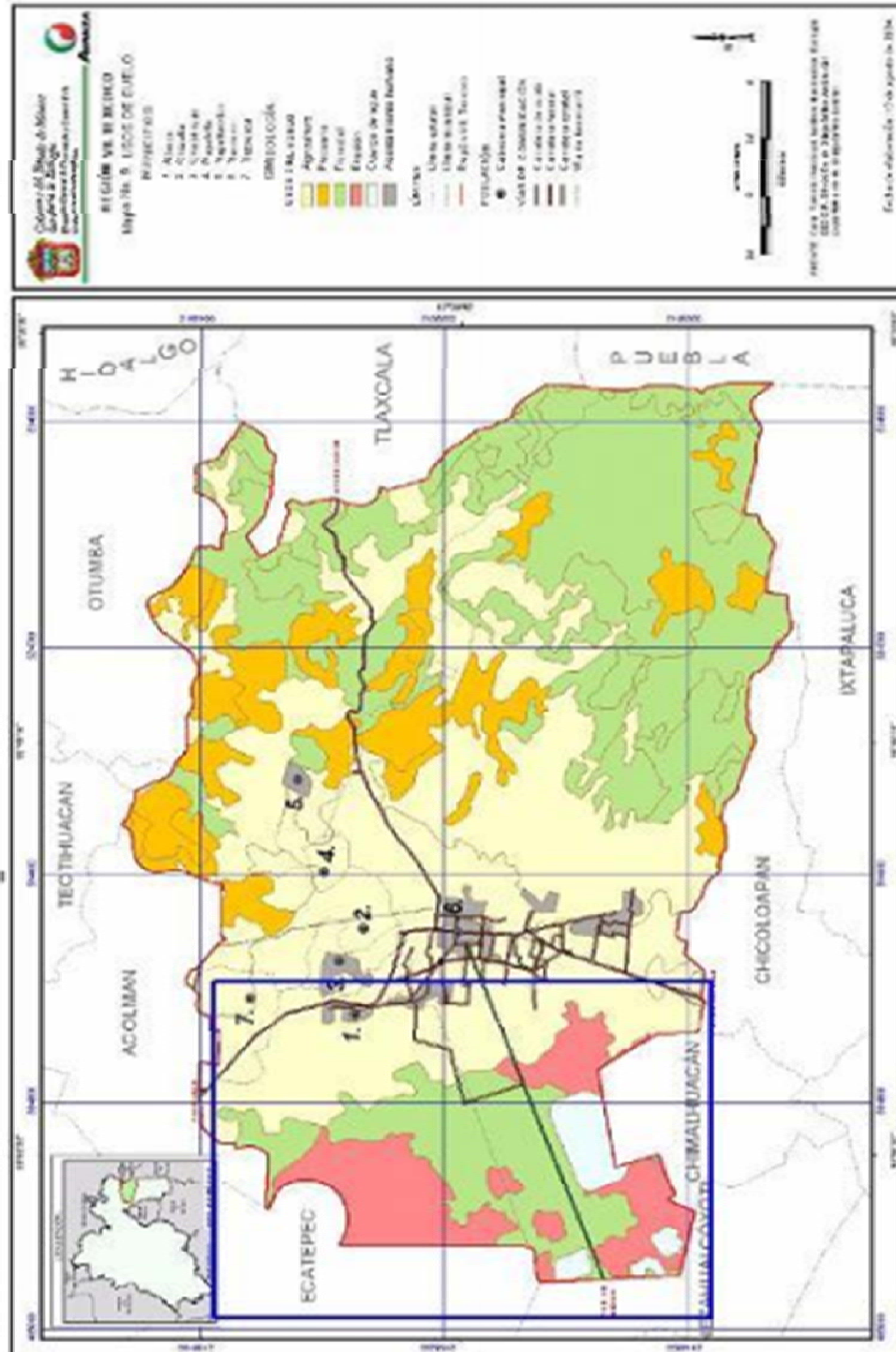
Fuente: Colonos de Santa Fe

Figura 58: Infraestructura hidráulica del Vaso de Texcoco (con Bordo Poniente)



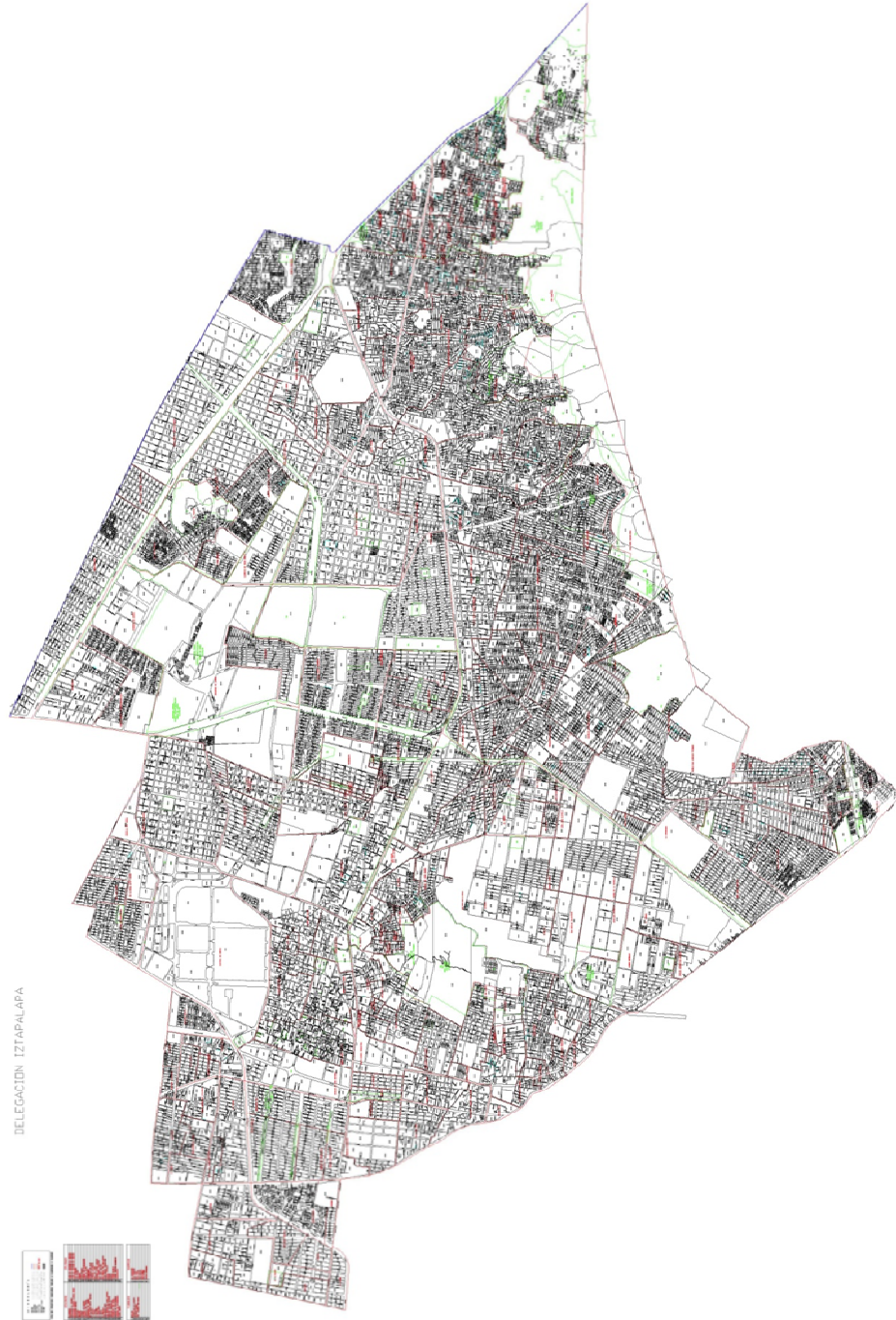
Fuente: Proyecto Lago de Texcoco, 1998

Figura 59: Plan del Estado de México con la determinación del terreno de ex Vaso de Texcoco



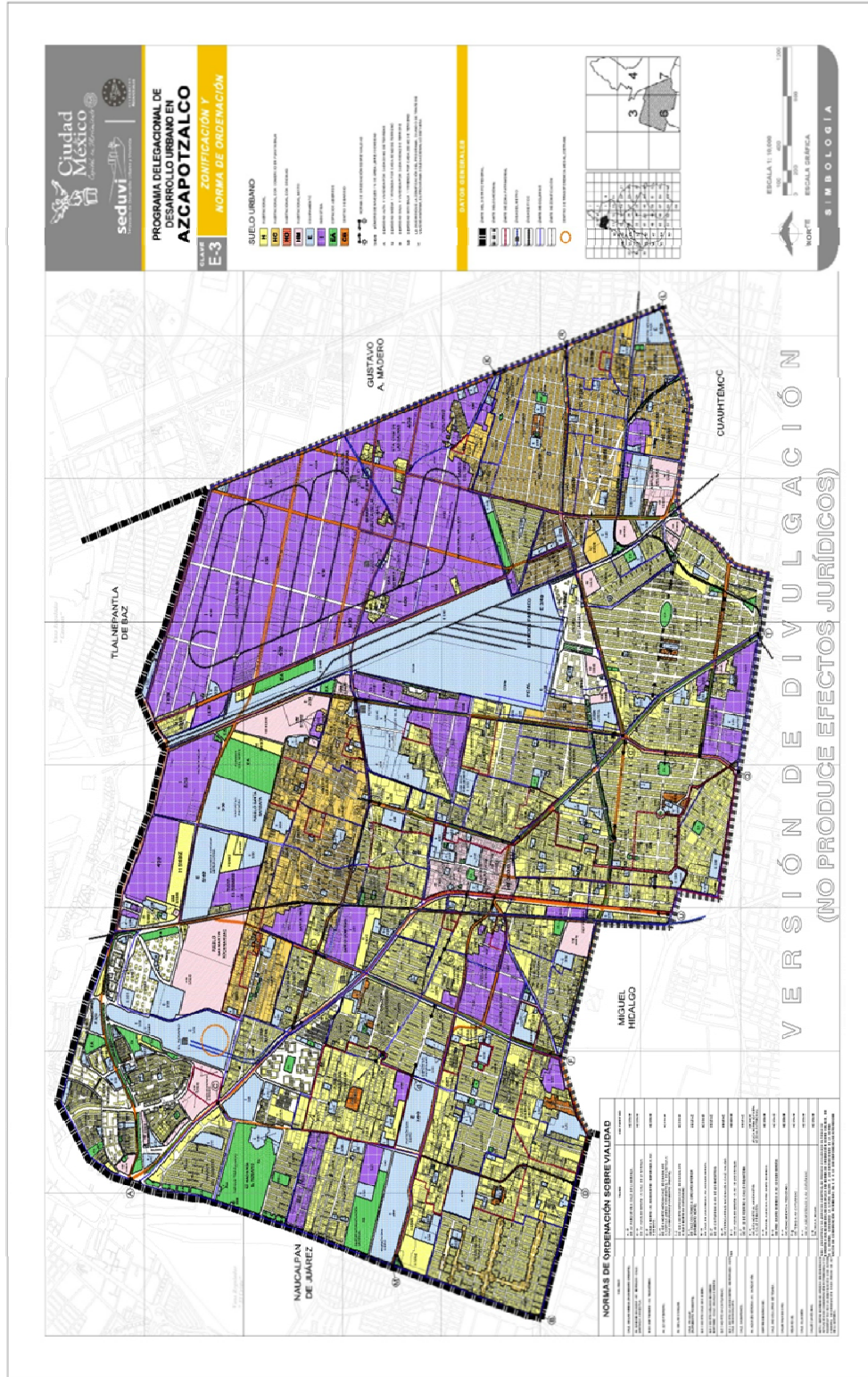
Fuente: Gob. del Estado de México

Figura 60: Plan de Desarrollo de Iztapalapa, 2008



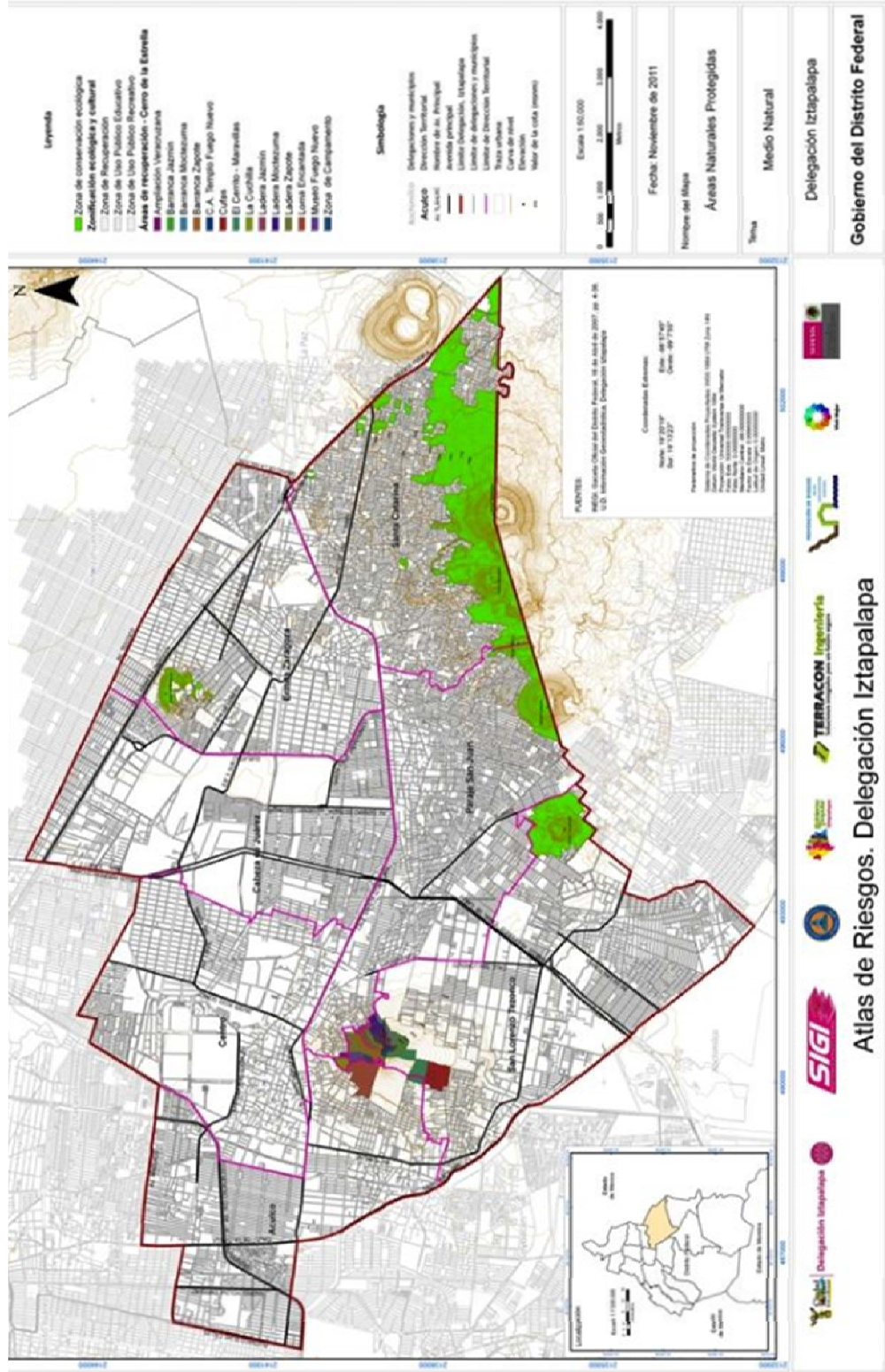
Fuente: SEDUVI

Figura 61.: Plan de Desarrollo Urbano de Azcapotzalco



Fuente: SEDUVI

Figura 62: Plan de Riesgo con las ANP en zonas de Conservacion Ecologica Iztapalapa



Fuente: PDU Iztapalapa, 2008

18.1 Nomenclatura para AV en los Planes de Desarrollo

Plan de Desarrollo Urbano Azcapotzalco 2004

La Delegación, al estar totalmente urbanizada, carece de las zonas de reserva necesarias desde el punto de vista ecológico, es decir, superficies destinadas a la conservación, tanto de la vegetación como de la fauna.

Plan de Desarrollo Urbano Nezahualcóyotl (2004 y 2009-2012)⁸⁴

El municipio se localiza en un ecosistema variado y complejo, lo que hace necesaria la realización de un estudio para prever los riesgos que pueden afectar la estabilidad y seguridad del municipio en determinado momento. Uso urbano (83.63 %), industrial (0.37 %) y suelo erosionado (15 %) correspondiente al vaso del ex Lago de Texcoco.

Nomenclatura

ZNP -Zona Natural Protegida Este uso corresponde a una zona federal, el uso habitacional queda estrictamente prohibido en el área, y únicamente se permitirá la instalación de equipamiento para la recreación, la cultura y el deporte, así como centros de espectáculos, parques y jardines, zonas de prácticas y algunas instalaciones para la educación militar y para la construcción de infraestructura. La definición de este polígono corresponde a la SEMARNAT.

Equipamiento

Educación y cultura (E-EC) Tienen la finalidad de proveer servicios educativos y culturales a la población de acuerdo con sus necesidades, de manera local e incluso regional.

Salud y asistencia (E-SA) Tienen la finalidad de proveer servicios salud y asistencia social a la población, de acuerdo con sus necesidades, de manera local e incluso regional.

Recreación y deporte (E-RD) Tienen la finalidad de proveer servicios de recreación y deporte a la población de acuerdo con sus necesidades, de manera local e incluso regional.

Administración y servicios (E-AS) Tienen la finalidad de proveer servicios administrativos a la población, de acuerdo con sus necesidades locales e incluso regionales.

Para todos los usos de equipamiento, la altura y la intensidad de construcción se regirán por aquellas que estén establecidas en los predios aledaños, o en su caso las establecidas por las Normas de Equipamiento Urbano de la SEDESOL.

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Iztapalapa

Nomenclatura

Equipamiento (E): Se aplica a las instalaciones de educación, salud, comercio, abasto, administración, servicios urbanos, culturales y recreativas existentes, así como a los predios baldíos propiedad del Gobierno del Distrito Federal, destinados a facilitar la cobertura de los servicios ya instalados y atender el déficit que presenta la Delegación.

Espacios Abiertos (EA): Se aplica a espacios abiertos de uso público, con presencia de cubierta vegetal y utilizados como parques, jardines, plazas, juegos infantiles; instalaciones deportivas al descubierto y en ocasiones, a actividades complementarias de tipo cultural como la Ciudad Deportiva Francisco I. Madero, Parque Cuitláhuac, Parque Recreativo y Deportivo Santa Cruz Meyehualco, también en áreas dispersas en todo el territorio delegacional y los camellones de vialidades.

Áreas Verdes (AV): Se aplica en espacios no aptos para urbanizarse y/o que forman parte de elementos de valor ambiental que se deben conservar, como es el caso del Canal Nacional, Cerro Peñón del Marqués y el Volcán Yuhualixqui, debido a sus fuertes pendientes, laderas inestables y el valor ecológico de su suelo de alta permeabilidad para la recarga de los acuíferos.

Suelo de Conservación: El presente Programa Delegacional ratifica la distribución, superficie, nomenclatura y normatividad establecida para el área del Suelo de Conservación incluida en los polígonos de aplicación de los Programas Parciales de Desarrollo Urbano Cerro de la Estrella y Sierra de Santa Catarina, las cuales abarcan al Cerro de la Estrella al poniente y a la Sierra de Santa Catarina al sur, incluyendo a los Cerros de Tehcuatezin, Tetecón y a los Volcanes Xaltepec y Guadalupe.

⁸⁴ El Plan de Desarrollo Urbanos de Nezahualcóyotl 2009-2012 y la tabla "Uso de Suelo" se refiere al Plan de Desarrollo de 2004. La declaración de AV por habitante es de 2009-2012.

Comentarios SC:

La ocupación del Suelo de Conservación, continúa siendo una problemática que atenta principalmente contra el medio natural, toda vez que estas áreas son las principales receptoras de precipitación pluvial, al contar con suelos permeables que facilitan la recarga de los mantos acuíferos.

- La tendencia de ocupación del Suelo de Conservación está abriendo brechas urbanas en la Sierra de Santa Catarina hacia la delegación Tláhuac.
- La acelerada e indiscriminada ocupación urbana de los últimos 30 años en la delegación Iztapalapa, ha propiciado el establecimiento de asentamientos irregulares en zonas de riesgo, no aptas para el desarrollo urbano, ya que en ellas se presentan laderas inestables, fallas geológicas y zonas inundables entre otras. Del mismo modo, también se propició el establecimiento de usos de suelo cuya mezcla con el entorno resulta incompatible, tal es el caso de industrias con actividades de riesgo compartiendo el espacio con zonas netamente habitacionales.

Otros comentarios: Áreas Verdes y Espacios Abiertos

En este rubro, la Delegación sólo cuenta con 1.7 m² de área verde por habitante, por lo que presenta un alto déficit de acuerdo con el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 2003, que establece una proporción recomendada de 10 m² por habitante.

Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe, versión 2000

Nomenclatura

Espacios Abiertos (EA). Zonificación en la que se incluyen espacios públicos, tales como: parques, plazas, jardines públicos, áreas ajardinadas, camellones y glorietas que deberán conservarse e incrementarse en la zona de aplicación del presente Programa Parcial de Desarrollo Urbano.

Áreas Verdes (AV). Se asigna a todas las barrancas y cauces de ríos localizados en Suelo Urbano, promoviendo su recuperación y conservación.

Rescate Ecológico (RE). Esta zonificación establece fomentar actividades recreativas de bajo impacto, que garanticen su automantenimiento y limiten el crecimiento de la mancha urbana.

Preservación Ecológica (PE). Esta zonificación plantea mantener las características naturales del territorio. Los usos y actividades deben ser congruentes con lo que establece el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.

Equipamiento (E). Comprende predios o inmuebles públicos y privados destinados a proporcionar servicios de educación, salud, cultura, abasto, y deportes a la población.

Otro comentario:

Espacio Público

Recuperar, valorizar y humanizar los espacios públicos de Santa Fe, en particular los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña, asignándoles la función de parque público, con la finalidad de que no sean destinados para ningún otro uso futuro.

- Los predios de Alameda Poniente y Prados de la Montaña se denominan como áreas de riesgo químico.
- Por su tamaño destacan dos áreas verdes: Prados de la Montaña y Alameda Poniente, que se plantean como futuros parques urbanos.

19 Encuesta a los usuarios de los parques para el Índice social Urbano

19.1 Patrón de la encuesta

Instrucciones: Por favor, lea con detalle y marque con una cruz o paloma la opción que más se acerca a su opinión o percepción del espacio o servicio, según sea el caso..

ACCESIBILIDAD

1 ¿El acceso al parque tiene algún costo?
(en caso de responder sí, ¿le parece elevado, justo o bajo?)

Sí _____ No _____

2 ¿Cómo evalúa las siguientes opciones?
(indique por favor el tiempo invertido)

| | Bueno | Regular | Malo | No existe |
|------------------------------|-------|---------|-------|-----------|
| Trayecto y acceso al parque. | _____ | _____ | _____ | _____ |
| A pie _____min | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Bicicleta _____min | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Opciones de estacionamiento | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Transporte público _____min | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Vehículo de motor _____min | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Opciones de estacionamiento | _____ | _____ | _____ | _____ |

3 Al llegar en este medio, el acceso al parque es:

| | Muy fácil y seguro | Fácil y seguro | Incómodo, pero seguro | Incómodo e inseguro |
|-----------------------------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------------|
| Sillas de ruedas | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Muletas, bastones, prótesis | _____ | _____ | _____ | _____ |
| A pie | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Bicicleta | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Transporte público | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Vehículo de motor | _____ | _____ | _____ | _____ |

4 ¿Con que frecuencia visita el parque

| | Al menos una vez al día | Al menos una vez por semana | Al menos una vez por mes | Al menos una vez al año |
|--|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | _____ | _____ | _____ | _____ |

FUNCIONALIDAD

1 ¿Cómo calificaría los siguientes elementos?

| | Muy bueno | Bueno | Regular | Malo |
|-----------------------------------|-----------|-------|---------|-------|
| Mantenimiento general del parque | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Higiene de los espacios | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Pavimentos vehiculares exteriores | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Pavimentos peatonales exteriores | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Pavimentos de acceso | _____ | _____ | _____ | _____ |

| | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------|---------|--------|
| Pavimentos y senderos peatonales | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Alumbrado público | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Alumbrado en los accesos | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Alumbrado del parque | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Señalamientos (¿es fácil ubicarse?) | _____ | _____ | _____ | _____ |
| La seguridad dentro del parque | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2 Presencia de baches | Ninguno | Pocos | Algunos | Muchos |
| Caminos peatonales exteriores | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Caminos peatonales interiores | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Caminos peatonales exteriores | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Caminos peatonales interiores | _____ | _____ | _____ | _____ |

EQUIPAMIENTO

| | | | | |
|---|-------------|---------------|------------------|-----------|
| 1 Califique la cantidad de los siguientes espacios y servicios | Es bastante | Es suficiente | No es suficiente | No existe |
| Arbolado y vegetación | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Espacios de convivencia a la sombra | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Plazuelas, bancas, sitios de descanso | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas verdes recreativas | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas de juegos infantiles | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas deportivas | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Fuentes, lagos y otros espacios con agua | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Zonas de alimentos (kioskos, cafeterías, restaurantes) | _____ | _____ | _____ | vié |
| Eventos (festivales, ferias, etc) | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Oferta cultural (talleres, museos, etc) | _____ | _____ | _____ | _____ |

| | | | | |
|--|------------|--------|-------|------------|
| 2 Califique la calidad de los siguientes espacios y servicios, si ha hecho uso de ellos | Muy buenos | Buenos | Malos | No existen |
| Arbolado y vegetación | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Espacios de convivencia a la sombra | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Plazuelas, bancas, sitios de descanso | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas verdes recreativas | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas de juegos infantiles | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Áreas deportivas | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Fuentes, lagos y otros espacios con agua | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Zonas de alimentos (kioskos, cafeterías, restaurantes) | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Eventos (festivales, ferias, etc) | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Oferta cultural (talleres, museos, etc) | _____ | _____ | _____ | _____ |

3 De los servicios enlistados anteriormente ¿cuáles son los que utiliza? ¿cuáles son los tres que utiliza con más frecuencia?

¿Nos brindaría los siguientes datos?

Edad _____

Género _____

Lugar de residencia (delegación o municipio) _____

20 Referencias

20.1 Bibliografía

- Aguilar, Adrián (2008) *Peri-Urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City*. Ciudad de México: UNAM, Instituto de Geografía.
- Álvarez Lona, Ana Lilia y López López, Rogelio (1999) *El servicio de limpia en la Ciudad de México*. México: GDF.
- Angulo, César (2009) “México es número 15 en emisiones de GEI” En *Bionero*, en línea [ref. de 26 de febrero de 2012] Disponible en Internet: <<http://www.bionero.org/estilo-de-vida/mexico-es-numero-15-en-emisiones-de-gei>>
- Arvizu, José y Huacuz, Jorge (2003) “Biogás de rellenos sanitarios para producción de electricidad” En *Boletín IIE*, Vol. 27, núm. 4, 2003. pp. 118-123.
- Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos A.C. (1993) *Bosquejo histórico de los residuos sólidos en la Ciudad de México*. México: AMCRESPAC.
- Bitrán & Asociados (2006) *Captura de gases de efecto invernadero de rellenos sanitarios para su aprovechamiento económico*. Santiago de Chile: Bitrán & Asociados.
- Borja, Jordi (2003) *La Ciudad Conquistada*. Barcelona: Alianza Editorial.
- Bossio, Silvia (2006) “Rehabilitar para mejorar la calidad de vida. Criterios y ejemplos de rehabilitación del patrimonio arquitectónico y urbano” En *La Dimensión Social del Patrimonio*, en línea [ref. de 03 de agosto de 2012] Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio – Argentina. Disponible en internet: <<http://www.conceptourbanogb.com/articulos/rehabilitar.pdf>>
- Castillo Berthier, Héctor (1983) *La Ciudad de la Basura: Caciquismo urbano en la Ciudad de México*. México: UNAM
- Centro de Estudios para la Zona Metropolitana A.C. (2006) Una visión para la ZMVM. En línea [ref. de octubre de 2013] Disponible en: <http://www.metropoli.org.mx/htm/áreas/0/doc_ejecutivo.pdf>
- Contralínea (2010, 4 de julio) “Supervía poniente, el desastre ecológico” En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://contralinea.info/archivo-revista/index.php/2010/07/04/supervia-poniente-el-desastre-ecologico/>>
- Córdova, Arnaldo (1974) *La política de masas del cardenismo*. México: Ediciones Era
- Cruikshank Gracia, Gerardo (1998) *Proyecto Lago de Texcoco, Rescate hidroecológico*. México
- Cruz Serrano, Noé (2009) “Amenazan la salud 297 áreas contaminadas” En *Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales*. En línea [ref. de 3 de septiembre de 2012]. Disponible en internet: <http://www.ceja.org.mx/noticia.php?id_article=3595>
- DAC & Cities. *Emscher Park: From dereliction to scenic landscapes*. En línea [ref. de 5 de septiembre de 2012] Disponible en: <<http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/emscher-park-from-dereliction-to-scenic-landscape>>
- Delgado, Gian Carlo; et al [coordinadores] (2010) *México frente al cambio climático*. México: UNAM

- Delgado, Javier (1991) "La ciudad en transición" En *Cambios territoriales en México: Exploraciones recientes*. Ciudad de México: UAM, Depto. de Producción Económica.
- Delgado, Javier (1994) "Las nuevas periferias de la Ciudad de México" En *Cambios económicos y periferia de las grandes ciudades. El caso de la Ciudad de México*. México: Instituto Francés para América Latina, UAM.
- Delgado, Javier (2003) *La urbanización difusa, arquetipo territorial de la ciudad-región*. Ciudad de México: UNAM.
- Dirección del Patrimonio inmobiliario (2009) *Consultoría Desarrollo de Negocios FY & HP*. no publicado.
- Echeverría, Iñaki (2012) Parque Ecológico Lago de Texcoco. En línea [ref. de 27 de agosto de 2013]. Disponible en internet: <<http://www.parquetexcoco.com/descargas/presentacion.pdf>>
- Gobierno de Edomex (2003) *Guía para el desarrollo, presentación y evaluación de proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios*. México: Secretaría de Ecología del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México (2005, 14 de noviembre) *Gaceta del Gobierno*.
- Gobierno del Estado de México (2006) "Transformación del Tiradero Neza I en Ciudad Jardín" En línea: [ref. de marzo de 2012] Disponible en <www.ciudadjardinbicentenario.com.mx>
- Gómez, Martín (2008) *Establecimiento de la cubierta vegetal en un extiradero a cielo abierto (Parque Recreativo Cuitláhuac)* México: UNAM, FES Zaragoza.
- González Taboada, Clemente (2004) *Comportamiento en el Mercado Inmobiliario al Cambio el Uso de Suelo de Tiradero a Centro Comercial en Ciudad Nezahualcóyotl* México: IPN
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2001) *Tercer informe de evaluación, Cambio Climático 2001, Mitigación. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico*. En línea [ref. del 27 de agosto de 2013]. Disponible en internet: <<http://ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/mitigation/mitigation-spm-ts-sp.pdf>>
- Gutiérrez, Pilar (2008, 17 de abril) "Padece deterioro la Alameda Poniente" *Reforma*
- Habitat International Coalition America Latina. En línea [ref. del 25 de agosto de 2012] Disponible en internet: <http://www.hic-al.org/noticias.cfm?noticia=1245&id_categoria=8>
- Kalach, Alberto, et al (2010) *México Ciudad Futura*. Ciudad de México: RM.
- Lefebvre, Henri (1968) *Le droit à la ville*. Paris: Anthropodos.
- Lehmann, Steffen (2006) "Towards a Sustainable City Centre: Integrating Ecologically Sustainable Development (ESD) Principles into Urban Renewal." En *Journal of Green Building*, Vol.1, Número 3 /Summer 2006, pp 85-104. Virginia: College publishing.
- Lehmann, Steffen (2010) "Green Urbanism: Formulating a Series of Holistic Principles". *S.A.P.I.E.N.S.*, en línea. Vol. 3. Número 2. En línea [ref. de 10 junio de 2012] Disponible en internet: <<http://sapiens.revues.org/1057>>

- Lennard, Suzanne, et al (1987) *Livable Cities: People and Places. Social and Design Principales for the Future of the City*, Nueva York: Gondolier.
- Lindell, Anja (2010) *Revitalización urbana de sitios contaminados a través de ejemplos en México*. Ciudad de México: GTZ y SEMARNAT.
- López M. y Pérez C. (2003) El género Acacia, una alternativa para recuperar la cubierta vegetal arbórea en el sitio Post-clausura Parque Cuitláhuac de Santa Cruz Meyehualco.
- López, Felipe y Sámano Héctor (sin año) *Clausura del relleno sanitario Prados de la Montaña: primera experiencia mexicana apegada a una rigurosa normatividad*. En línea [ref. de marzo de 2013] Disponible en: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03529e14.pdf> >
- Mateos Higuera, Salvador (1993) *Enciclopedia gráfica del México antiguo*, vols. I-IV. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Mendoza, Ana y Ruiz, Ulises (2012) "Análisis socioeconómico de la colonia Atlampa en el Distrito Federal desde la de la perspectiva de la reutilización de áreas degradadas" GIZ/ SEMARNAT. No publicado.
- Milliarum (2008) *Técnicas de remediación de suelos contaminados*. En línea [ref. de 1 de agosto de 2012] Disponible en internet: <<http://www.miliarium.com/Prontuario/TratamientoSuelos/Welcome.asp>>
- Mitsch, William y Gosselink, James (2000) The Value of Wetlands: Landscapes and Institutional Perspectives. En *Ecological Economics* 35(200), págs 25-33.
- Órgano oficial de Ingenieros de México (2006) "Vida útil del relleno sanitario Bordo Poniente", *Ingeniería Civil*. Núm. 448.
- Platt, Rutherford, et al (1994) *The Ecological City. Preserving and Restoring Urban Biodiversity*. Boston: University of Massachusetts.
- Preuß, Thomas y Ferber, Uwe (2006) *Cicular Flow an Land use managmnet: New Strategig, Planning and Instrumental Approaches for Mobilization of Brownfields*. Berlín: DIFU.
- Puppim de Oliveira, J. A, et al (2011) "Cities and biodiversity: perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level." En *Biological Conservation*, Vol. 144, Issue 5. Pags. 1302-1313.
- Real Academia Española (2010) *Diccionario de la Lengua Española*, vigésima segunda edición. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://lema.rae.es/drae/>>
- Rivas Torres, Daniel (2005) *Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal*. México: UAM.
- Rodríguez, Isabel (2008) "Garantizando la sustentabilidad de las ciudades". En *Teorema Ambiental*. En línea [ref. de marzo de 2013] Disponible en: < <http://www.teorema.com.mx/tendencias/garantizando-la-sustentabilidad-de-las-ciudades/> >
- Rueda, Salvador (1998) "La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa", en *Biblioteca: Ciudades para un futuro más sostenible*. Madrid: Escuela Superior de Arquitectura de Madrid.

- Rueda, Salvador (2009) "Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología." En *La Construcción de la Ciudad Sostenible*, en línea [ref. 15 junio de 2012] Disponible en internet: <<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a008.html>>
- Ruiz Saucedo, Ulises (2002) *Concepto de reciclamiento de superficies y su aplicabilidad para México*. En línea [ref. de 22 de junio de 2012]. Disponible en internet: <<http://www.SEMARNAT.gob.mx/>>
- Ruiz, Naxhelli y Delgado, Javier (2008) "Territorio y nuevas ruralidades: un recorrido teórico sobre las transformaciones de la relación campo-ciudad." En *Revista Eure*. Vol. XXXIV, N° 102, pp. 77-95.
- Sachs, Klaus (2001) "Standortkonversion in Deutschland - eine Analyse des Umstrukturierungsprozesses in Militärstandorten" En línea [ref. de 5 de octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://www2.geog.uni-heidelberg.de/archiv/-forschung/militaerstandorte_container.html>
- Sarlo, Eduardo (2009) *Gestión de sitios contaminados*. En línea [ref. del 14 de agosto de 2012] Disponible en internet: <http://www.camarambiental.org.ar/pdfs/Presentacion_Gestion_Sitios_Contaminados_2122009.pdf>
- Sassen, Saskia (2007) *A Sociology of Globalization*. Nueva York: Norton & Company.
- Schädler, Sebastian et al (2011) "Designing sustainable and economically attractive brownfields revitalization options using an integrated assessment model" En *Journal of Environmental Management* 92, pág. 827-837.
- Schulze, Paula (2009) *Potentials of the Biogas Market in Mexico*. México: Secretaría de Energía.
- SEDUVI (2012) *Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona de Santa Fe*, Versión para consulta pública. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/transparencia/articulo15/fraccionxi/PPDU/PDU_AO_CJ/AO_CJ_SantaFe.pdf>
- Sousa, Christopher de (2003) "Turning brownfields into green space in the City of Toronto". En *Landscape and urban planning*. Núm 62, Págs. 181-198.
- Suárez, Manuel y Delgado, Javier (2007) "La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020" en *Estudios Demográficos y Urbanos*. Año/vol. 22, número 001. Ciudad de México: Colegio de México.
- Thornton, Gareth et al (2007) "The challenge of sustainability: incentives for brownfield regeneration in Europe" En *Environmental Science & Policy* 10, pág. 116-134.
- Tomerius, Stephan (2000) *Recycling Derelict Land in U.S. and German Cities - Transatlantic Sharing of Approaches, Strategies and Visions: Report on a John J. McCloy Fellowship of the American Council on Germany (ACG), September 23rd to October 21st 2000*. Berlín: DIFU.
- Torales Pacheco, María Cristina (1994) "El Cabildo de la Ciudad de México 1524-1821", en *La muy noble y leal Ciudad de México*. Ensayos sobre la Ciudad de México, Tomo II. México: Departamento del Distrito Federal, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y la Universidad Iberoamericana.
- Universidad Autónoma de Nuevo León; et al (2005) *Estrategia de Adecuación Ambiental del Sitio Fundidora II en Monterrey*. Nuevo León: UANL.

- Valenzuela, Alfonso (2007) "Santa Fe (México): Megaproyectos para una ciudad dividida". *Cuadernos Geográficos*, 40, pág. 53-66.
- Vega, Ann, et al (2005) SMARTe: Sustainable Management Approaches and Revitalization Tools – Electronic. Cabernet: The International Conference on Managing Urban Land.
- Viola, Eduardo; Leis, Héctor (1991) "Desorden global de la biósfera y nuevo orden internacional: el papel organizador del Ecologismo" en *Síntesis. Revista Documental de Ciencias Sociales Iberoamericanas*. 15. Págs 17-43.
- Wedding, Christopher y Crawford-Brown (2007) "Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building" En *Journal of Environmental Management* 85, pág. 483-495.
- Zhang, Yan, et al (2006) "Measurement and evaluation of interactions in complex urban systems." En *Ecological Modelling* 196. Págs. 77-89.

20.2 Leyes, normas y decretos oficiales

- Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2000) *Ley Ambiental del Distrito Federal*. En línea [ref. de septiembre de 2013] Disponible en: <<http://www.aldf.gob.mx/archivo-eb29b933d6c028a5d4d5229851188899.pdf>>
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2010) *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. En línea [ref. de julio de 2012] Disponible en: <<http://www.aldf.gob.mx/archivo-2ec5c052a850fa2a8491ca817aee8439.pdf>>
- Congreso de la Unión (2011) LAERFTE: *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión (2013a) *Ley de Aguas Nacionales*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>>
- Congreso de la Unión (2013b) LGPGIR: *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión (2013c) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>>
- Gobierno del Distrito Federal (2003) *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <http://www.provecino.org.mx/pdfs/eyes/Ley_Residuos_Solidos_DF.pdf>
- Presidencia de la República (1982) *Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal*. En línea [ref. de agosto de 2012] Disponible en: <http://www.vcarranza.df.gob.mx/transparencia/pdf/art14/l_leyes_reglamentos_acuerdos/Locales/Reglamentos_locales/regla_zonificacion_df.pdf>
- SEMARNAT (2000) NOM-133-SEMARNAT-2000: Protección Ambiental-Binéfilos policlorados (BPC's)- Especificaciones de manejo. México: Diario Oficial de la Federación.

- SEMARNAT (2003a) NOM-138-SEMARNAT/SS-2003: Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT (2003b) NOM-141-SEMARNAT-2003: Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT (2004a) NOM-147-SEMARNAT-SS-2004: Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT (2004b) NOM-083-SEdis MARNAT-2003: Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, eño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-SEMARNAT-003.pdf>>
- SEMARNAT (2005) NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT, et al (2006b) NMX-AA-134-SCFI-2006: Suelos – hidrocarburos fracción pesada por extracción y gravimetría – método de prueba. México: Secretaría de Economía.
- SEMARNAT, et al (2006c) NMX-AA-141-SCFI-2006: Suelos – benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas, fotoionización o conductividad electrolítica – método de prueba. México: Secretaría de Economía.
- SEMARNAT, et al (2007) PROY-NMX-AA-105-SCFI-2007: Suelos – hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas. México: Secretaría de Economía.

20.3 Programas, manuales, convenios

- Agenda-Transfer/Bundesweite Servicestelle Lokale Agenda 21 (2003) Gemeinsam empfohlene Indikatoren zur kommunalen Nachhaltigkeit. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <http://databases.euccd.de/files/documents/00000205_Gemeinsame_Indikatoren_03.pdf>
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal (2008) Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa. En línea [ref. de septiembre de 2013] Disponible en: <[http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/iztapala\[1\].pdf](http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/iztapala[1].pdf)>
- Banco Interamericano de Desarrollo (2000) *Manual Técnico para el Establecimiento y Manejo de las Áreas Verdes Urbanas del Distrito Federal*. México: Secretaría de Medio Ambiente.
- Butrón Madrigal, Ligia; et al (2006) *Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal*. México: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2006) *Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática*. Síntesis Ejecutiva. México: SEMARNAT.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2006) *Hacina una Estrategia Nacional de Acción Climática*. México: SEMARNAT.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2009) *PECC: Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Departamento del Distrito Federal, et. al. (1996) *Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de México 1995-2000*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: < http://www.SEMARNAT.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddel Aire/Documents/Calidad%20del%20aire/Proaires/ProAires_Anteriores/2_PROAIRE_ZMVM_1995-2000.pdf >
- ECOS Voces y Acciones (2010) *Monitoreo a la asignación de recursos del Eje 2 del Plan Verde de la Ciudad de México, para documentar la importancia que tienen las áreas verdes en el programa de gestión ambiental capitalino*. En línea [ref. de octubre de 2013] Disponible en: < http://media.wix.com/ugd/2a900d_2cdea3f70e361b899a6f12ed985b520e.pdf >
- Gobierno del Distrito Federal (2000) *Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México*. En línea [ref. de julio de 2013]. Disponible en: <http://www.sma.df.gob.mx/drupc/capacitacion/manual_tecnico_poda_derribo_trasplante_arboles.pdf>
- Gobierno del Distrito Federal (2007). Programa General de Desarrollo Social del Distrito Federal 2007-2012. México: GDF.
- Gobierno del Distrito Federal (2007a) Agenda Ambiental de la Ciudad de México. Programa de Medio Ambiente 2007-2012. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/agendambiental2008/00presentacion.pdf>>
- Gobierno del Distrito Federal (2009) Hacia la Agenda XXI de la Ciudad de México. Propuesta del Gobierno del Distrito Federal. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: < <http://www.fesmex.org/common/Documentos/Libros/Hacia%20La%20Agenda%20XXI.pdf> >
- Gobierno del Distrito Federal (2009a) 3er informe anual Secretaría de Obras y Servicios. En línea [en ref. de 22 de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.obras.df.gob.mx/sos/informes/3informe.pdf>>
- Gobierno del Distrito Federal (2011). 4 años de avances. Plan Verde de la Ciudad de México. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/Informe_PV_a_4anos.pdf>
- Gobierno del Estado de Nuevo León (sin año) *Parque Fundidora. Manual de Organización y de Servicios*. Monterrey: Gobierno del Estado de Nuevo León.
- ONU (1992a) *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Río de Janeiro: Naciones Unidas.

- ONU (1992b) *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Nueva York: Naciones Unidas.
- ONU (1992c) *Agenda 21*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/agenda21/ageindi.htm>>
- ONU (1998) *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>>
- ONU (2000) *Declaración del Milenio*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <http://www.onu.org.mx/objetivos_de_desarrollo_del_milenio.html>
- Secretaría de Medio Ambiente del DF (2005) *Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal*. México: SMA.
- Secretaría de Medio Ambiente del DF (2008) *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, 2008-2012*. México: SMA.
- Secretaría del Medio Ambiente (2007) *Plan Verde de la Ciudad de México*.. En línea [ref. de septiembre de 2013] Disponible en: <http://www.sma.df.gob.mx/planverde/images/descargas/plan_verde_junio2011.pdf>
- SEMARNAT (2004c) *Guía de Cumplimiento de la NOM-083- SEMARNAT-2003*. En línea [ref. de agosto de 2013] Disponible en: <<http://www.tecumi.com.mx/documentos/Guia%20de%20cumplimiento%20de%20la%20NOM-083-SEMARNAT-2003.pdf>>
- SEMARNAT (2008) *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009 - 2012*. En línea [ref. de diciembre de 2012] Disponible en: <<http://www.SEMARNAT.gob.mx/programas/Documents/PNPGIR.pdf>>
- SEMARNAT (2010) *Programa Nacional de Remedación de Sitios Contaminados*. En línea [ref. de octubre de 2013] Disponible en: < http://www.SEMARNAT.gob.mx/programas/documents/programa_nacional_remediacion_sitios.pdf>
- SEMARNAT, et al (2006a) NMX-AA-132-SCFI-2006: Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra. Secretaría de Economía.
- SMA (sin año) Inventario general de áreas verdes del Distrito Federal mediante un Sistema de Información Geográfica. En línea [ref. de octubre de 2013] Disponible en: < http://www.icyt.df.gob.mx/documents/memorias/muestra_ambiental/HEP-3_sma_bastida_l%20av.pdf>

20.4 Referencias Internas

20.4.1 Índice de fotografías

| | |
|--|-----|
| Fotografía 1: Sitios residuales en nivel micro en la Ciudad de México..... | 21 |
| Fotografía 2: Entrega de residuos domésticos en el Tiradero Neza III, Nezahualcóyotl | 22 |
| Fotografía 3: Tiradero Santa Cruz Meyehualco en los años 80 | 24 |
| Fotografía 4: Ciudad de México | 31 |
| Fotografía 5: Diseño de México-Tenochtitlan..... | 45 |
| Fotografía 6: Revitalización del relleno sanitario en el Freskills Park, Nueva York (900 ha) | 53 |
| Fotografía 7: Medición de gases en Bordo Poniente..... | 69 |
| Fotografía 8: Sistema de captación de gases..... | 71 |
| Fotografía 9: Producción de electricidad con biogas del relleno sanitario en Monterrey | 74 |
| Fotografía 10: Recolección de Residuos Sólidos Urbanos | 79 |
| Fotografía 11: Sistema de recolección de desechos domésticos | 85 |
| Fotografía 12: Entrega de desechos en disposición final, siglo XX | 86 |
| Fotografía 13: Nueva planta “San Juan de Aragón” | 88 |
| Fotografía 14: Tiradero de Chimalhuacán, Estado de México..... | 91 |
| Fotografía 15: Pепенador en el DF, 2005 | 92 |
| Fotografía 16: Ex tiradero en medio de Santa Fe, hoy parque “Alameda Poniente” | 111 |
| Fotografía 17: Cuenca del Valle de México..... | 113 |
| Fotografía 18: Neza III. Tiradero vecino de Ciudad Jardín, Neza II | 135 |
| Fotografía 19: Descarga de los desechos en Bordo Poniente..... | 138 |
| Fotografía 20: Planta móvil de tratamiento de lixiviados..... | 139 |
| Fotografía 21: Bordo Poniente, 2010..... | 140 |
| Fotografía 22: Geomembrana de PEAD | 142 |
| Fotografía 23: Lago Nabor Carrillo,..... | 144 |
| Fotografía 24: Ciudad lacustre | 144 |
| Fotografía 25: El paisaje de la Ciudad de México: Lago Nabor Carrillo y volcanes..... | 147 |
| Fotografía 26: Neza: Falta de áreas verdes..... | 149 |
| Fotografía 27: Tiradero de Neza | 151 |
| Fotografía 28: Planta municipal de separación en 2010 y 2012 | 152 |
| Fotografía 29: Transformación del tiradero Neza I en campos deportivos | 154 |
| Fotografía 30: Iztapalapa | 157 |
| Fotografía 31: Tiradero Santa Cruz Meyehualco | 160 |
| Fotografía 32: Conformación del terreno, Parque Cuitláhuac, Parque del Pueblo en 2012 | 164 |
| Fotografía 33: Árbol Rhus Copallina L. | 165 |
| Fotografía 34: Revitalización del Parque Cuitláhuac en 2003 y 2010..... | 167 |
| Fotografía 35: Proyecto Parque Cuitláhuac, Parque del Pueblo..... | 169 |
| Fotografía 36: Quemadores de gas en el Parque Cuitláhuac..... | 170 |
| Fotografía 37: Nueva vegetación para el Parque Cuitláhuac..... | 170 |
| Fotografía 38: Pепенadores en Santa Fe | 174 |
| Fotografía 39: Aspecto de la Alameda Poniente en 2010..... | 177 |
| Fotografía 40: Red de captación de biogás del relleno sanitario Prados de la Montaña | 178 |
| Fotografía 41: Alameda Oriente | 180 |
| Fotografía 42: Tarde de viernes Santo en la Alameda Oriente..... | 181 |
| Fotografía 43: Parque Fundidora en Monterrey, Nuevo León | 183 |
| Fotografía 44: Refinería PEMEX | 186 |
| Fotografía 45: Biorremediación a través de biopilas | 188 |

| | |
|---|-----|
| Fotografía 46: Usuarios en el Parque Bicentenario..... | 189 |
| Fotografía 48: Parque Alameda Poniente en 1968 | 310 |
| Fotografía 49: Alameda Poniente de Santa Fe como area sub-utilizada | 314 |
| Fotografía 50: Prados de la Montaña, parque fruto de tecnologías verdes | 315 |
| Fotografía 51: Puente Tarango de la supervía en la cima del AVA bosque de Tarango | 316 |

20.4.2 Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1: 16 Delegaciones con 13 estaciones de transferencia y 3 plantas de separación..... | 32 |
| Figura 2: Sitios de disposición final de RSU clausurados y por clausurar en el DF..... | 34 |
| Figura 3: Cartel del Diplomado de Urbanismo Sustentable en la UNAM..... | 36 |
| Figura 4: Esquema de “Ciudad Jardín” | 46 |
| Figura 5: Urbanismo verde | 48 |
| Figura 6: Ecosistema urbano: Flujo de energía y materia | 49 |
| Figura 7: Huella Ecológica de una región o ciudad..... | 50 |
| Figura 8: Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad | 51 |
| Figura 9: Ciclo de reintegración de terrenos baldíos | 60 |
| Figura 10: Fases de un proyecto de revitalización de terrenos baldíos | 63 |
| Figura 11: Emisiones de CO ₂ por sector en México..... | 72 |
| Figura 12: Diosa Toci, patrona del aseo general | 80 |
| Figura 13: Ubicación de los tiraderos en 1793 en la capital de la Nueva España | 84 |
| Figura 14: Diagrama de Flujo de los RSU en el DF..... | 93 |
| Figura 15: Diagrama de flujo de los RSU en el DF (sin contar Bordo Poniente)..... | 94 |
| Figura 16: Composición de los residuos en el DF | 95 |
| Figura 17: Competencias en Bordo Poniente y su aprovechamiento | 98 |
| Figura 18: Participación de los RSU en las emisiones de CO ₂ eq..... | 106 |
| Figura 19: Acciones de mitigación del Programa de Acción climática en el sector residuos..... | 107 |
| Figura 20: Suelo de Conservación y Áreas Verdes en el Distrito Federal..... | 115 |
| Figura 21: Plan verde de la Ciudad de México | 123 |
| Figura 22: Terrenos del relleno sanitario Bordo Poniente y Lago Nabor Carrillo, | 137 |
| Figura 23: Ubicación de los tiraderos Neza I, II y III antes de la revitalización de Neza I..... | 151 |
| Figura 24: Vista aérea de Neza I, Neza II, Neza III y del tiradero de Chimalhuacán | 153 |
| Figura 25: Construcción de la capa final en el saneamiento de Neza | 156 |
| Figura 26: Parque Cuitláhuac y equipamiento alrededor | 158 |
| Figura 27: Delitos denunciados por AGEB 2000 alrededor del Parque Cuitláhuac..... | 159 |
| Figura 28: Grados de marginación alrededor del Parque Cuitláhuac | 159 |
| Figura 29: Vista aérea del ex tiradero Santa Cruz Meyehualco | 160 |
| Figura 30: Corte Estratigráfico A-A', Poniente – Oriente | 161 |
| Figura 31: : Localización de los sondeos..... | 162 |
| Figura 32: Plano del Parque Cuitláhuac,..... | 168 |
| Figura 33: Vista aérea de los dos rellenos Alameda Poniente y Prados de la Montaña | 173 |
| Figura 34: Alameda Poniente | 177 |
| Figura 35: Render del futuro Parque Bicentenario Santa Fe en Prados de la Montaña | 179 |
| Figura 37: Mapa del parque Fundidora Macroplaza | 184 |
| Figura 38: ERA | 187 |
| Figura 39: Proyecto Parque Bicentenario..... | 189 |
| Figura 40: Área de investigación del valor económico del suelo en Azcapotzalco | 254 |
| Figura 41: Área de investigación del valor económico del suelo en Iztapalapa..... | 257 |
| Figura 42: Área de investigación del valor económico del suelo en Santa Fe..... | 261 |
| Figura 43: Índice energético-económico..... | 280 |

| | |
|---|-----|
| Figura 44: Índice ecológico | 283 |
| Figura 45: Cambio de Uso de Suelo y Gentrificación | 286 |
| Figura 46: Índice Valor económico del Suelo y Plusvalor | 288 |
| Figura 47: Índice ambiental-urbano..... | 292 |
| Figura 48: Prados de la Montaña | 305 |
| Figura 49: Alameda Poniente..... | 306 |
| Figura 50: Propuesta para un programa ambiental en Santa Fe | 307 |
| Figura 51: Visualización del proyecto de Parque Bicentenario Santa Fe..... | 308 |
| Figura 52: Propuesta para Santa Fe | 312 |
| Figura 53: Procesamiento de la clausura de un sitio de disposición final de RSU | 321 |
| Figura 54: Capacidad total instalada..... | 333 |
| Figura 55: Prados de la Montaña, febrero de 2013 | 337 |
| Figura 56: Sitio de disposición clausurado Santa Cruz Meyehualco | 346 |
| Figura 57: Plan de Desarrollo parcial de la Zona de Santa Fe, 2012 | 353 |
| Figura 58: Plan de la Alameda Poniente en Santa Fe con sus diferentes competencias..... | 355 |
| Figura 59: Infraestructura hidráulica del Vaso de Texcoco (con Bordo Poniente) | 357 |
| Figura 60: Plan del Estado de México con determinación del terreno ex Vaso de Texcoco | 359 |
| Figura 61: Plan de Desarrollo de Iztapalapa, 2008 | 361 |
| Figura 62: Plan de Desarrollo Urbano de Azcapotzalco | 363 |
| Figura 63: Plan de Riesgo con las ANP en zonas de Conservacion Ecologica Iztapalapa | 365 |

20.4.3 Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Vista general de los Rellenos Sanitarios de la ZMCM que participan en el MDL | 105 |
| Tabla 2: Reducción de emisiones de GEI | 108 |
| Tabla 3: Distribución de Suelos de Conservación por Delegación | 117 |
| Tabla 4: Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal..... | 117 |
| Tabla 5: Ejemplo de nomenclatura de usos de suelo..... | 119 |
| Tabla 6: Inventario de diferentes suelos que cuentan como AV | 124 |
| Tabla 7: Espacios verdes por Delegación en el DF | 125 |
| Tabla 8: Inventario de AV en el DF, 2010 | 126 |
| Tabla 9: Áreas verdes en las zonas de Estudio según los Planes de Desarrollo | 128 |
| Tabla 10: Vista General de las áreas verdes de la Ciudad de México | 130 |
| Tabla 11: Sitios de disposición final de RSU clausurados en la Ciudad de México | 136 |
| Tabla 12: Disposición final en rellenos sanitarios privados..... | 141 |
| Tabla 13: Costos para Ciudad Jardín | 155 |
| Tabla 14: Restitución del arbolado..... | 171 |
| Tabla 15: Costo aproximado de la rehabilitación del Parque Cuitláhuac, 2010-2012 | 172 |
| Tabla 16: : Habitantes, personas en tránsito y usos de suelo en Santa Fe | 175 |
| Tabla 17: Costos del Parque Fundidora..... | 186 |
| Tabla 18: Costo aproximado del Parque Bicentenario..... | 190 |
| Tabla 19: Matriz de índices con fichas técnicas | 196 |
| Tabla 20: Pasos para deducir el índice energético-económico | 200 |
| Tabla 21: Zonificación primaria, secundaria y post-uso para sitios residuales | 206 |
| Tabla 22: Plusvalor perimetral al terreno revitalizado..... | 211 |
| Tabla 23: Plusvalor en la delegación | 211 |
| Tabla 24 : Cálculo del Plusvalor Real | 211 |
| Tabla 25: Categorías y temas para índice ambiental-urbano..... | 213 |
| Tabla 26: Vista General sobre los 4 Índices con 11 Indicadores | 216 |
| Tabla 27: Composición de biogás en Bordo Poniente..... | 217 |
| Tabla 28: Cantidad de biogás y CO ₂ eq, Bordo Poniente..... | 218 |
| Tabla 29: Biogás y potencial de generación eléctrica, Bordo Poniente | 219 |
| Tabla 30: Venta de Electricidad y Ahorros, Bordo Poniente | 220 |
| Tabla 31: Ingresos por MDL y ahorros en facturación eléctrica, Bordo Poniente | 221 |
| Tabla 32: Costos aproximados para la instalación de la infraestructura, Bordo Poniente | 221 |
| Tabla 33: Cálculo del beneficio económico para Bordo Poniente | 222 |
| Tabla 34: Cantidad de biogás y CO ₂ eq, Prados de la Montaña | 223 |
| Tabla 35: Cantidad de biogás y CO ₂ eq, Prados de la Montaña | 224 |
| Tabla 36: Venta de Electricidad y Ahorros | 225 |
| Tabla 37: Ingresos por MDL y ahorros en facturación eléctrica, Prados de la Montaña | 226 |
| Tabla 38: Costos instalación de la infraestructura, Prados de la Montaña | 226 |
| Tabla 39: Cálculo del beneficio económico para Prados de la Montaña | 226 |
| Tabla 40: Tabla de Resumen de ingresos, costos y beneficios de Bordo Poniente y Prados de la Montaña | 227 |
| Tabla 41: Emisiones de CO ₂ eq. de los sitios de disposición final de RSU | 228 |
| Tabla 42: Resumen de Balance de Emisiones (Indicador 2) | 230 |
| Tabla 43: Resumen Ficha Técnica de la Alameda Poniente / Santa Fe | 231 |
| Tabla 44: Resumen Ficha Técnica de Prados de la Montaña /Santa Fe | 233 |
| Tabla 45: Resumen Ficha Técnica del Santa Cruz Meyehualco, Iztapalapa | 234 |
| Tabla 46: Ficha Técnica de Bordo Poniente / Vaso de Texcoco | 236 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 47: Resumen Indicador 4: Cumplimiento con la NOM- 083 | 239 |
| Tabla 48: Declaración de diferentes áreas verdes en el DF | 240 |
| Tabla 49: Declaración de Áreas verdes por habitante en las zonas del estudio..... | 240 |
| Tabla 50: Zonificación y tamaño de los sitios revitalizados | 241 |
| Tabla 51: Resumen Indicador 5: Aumento Áreas Verdes | 242 |
| Tabla 52: Cambios en la caracterización del terreno residual, y en el perímetro del mismo ... | 243 |
| Tabla 53: Fenómenos de Gentrificación | 245 |
| Tabla 54: Valores catastrales para Azcapotzalco | 246 |
| Tabla 55: Valores catastrales de comparación para Azcapotzalco | 247 |
| Tabla 56: Valores catastrales para Iztapalapa | 248 |
| Tabla 57: Valores catastrales de comparación para la delegación Iztapalapa | 248 |
| Tabla 58: Valores catastrales para Santa Fe | 249 |
| Tabla 59: Valores catastrales de comparación para la delegación Álvaro Obregón..... | 249 |
| Tabla 60: Valores comerciales del suelo para Azcapotzalco..... | 250 |
| Tabla 61: Valores comerciales del suelo para Iztapalapa | 251 |
| Tabla 62: Valores comerciales del suelo para comparación en Álvaro Obregón | 251 |
| Tabla 63: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Bicentenario..... | 252 |
| Tabla 64: Cálculo de plusvalor para la delegación Azcapotzalco | 252 |
| Tabla 65: Cálculo del plusvalor real área perimetral al Parque Bicentenario, Azcapotzalco.... | 252 |
| Tabla 66: Cálculo del plusvalor real área perimetral al Parque Bicentenario, Azcapotzalco.... | 253 |
| Tabla 67: Plusvalor comercial para Azcapotzalco | 255 |
| Tabla 68: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac | 255 |
| Tabla 69: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac | 256 |
| Tabla 70: Cálculo del plusvalor real área perimetral al Parque Cuitláhuac, Iztapalapa..... | 256 |
| Tabla 71: Plusvalor catastral para Iztapalapa | 256 |
| Tabla 72: Plusvalor comercial para Iztapalapa..... | 258 |
| Tabla 73: Cálculo de plusvalor para el área perimetral al parque Cuitláhuac | 258 |
| Tabla 74: Cálculo de plusvalor para la delegación Iztapalapa | 258 |
| Tabla 75: Cálculo del plusvalor real área perimetral al Parque Cuitláhuac, Iztapalapa..... | 259 |
| Tabla 76: Plusvalor catastral y comercial para Santa Fe | 259 |
| Tabla 77 Resumen: Índice Gestión y Valor de Suelo..... | 262 |
| Tabla 78: Resúmenes de los Indicadores ambiental urbanos de los parque..... | 275 |
| Tabla 79: Calidad de los sitios revitalizados como parque | 275 |
| Tabla 80: Resumen Índice energético-económico..... | 278 |
| Tabla 81: Resumen Índice Ecológico..... | 281 |
| Tabla 82: Resumen Índice, Gestión y Valor de Suelo (Indicadores 6,7,8,9) | 285 |
| Tabla 83: Índice ambiental-urbano..... | 290 |
| Tabla 84: Categorización de sitios de disposición final según NOM-083-SEMARNAT-2003 | 319 |
| Tabla 85: Resumen de requisitos y especificaciones generales según la NOM-083-2003 | 322 |
| Tabla 86: Precios medios de energía eléctrica en México | 334 |
| Tabla 87: Resumen de sitio, Prados de la Montaña | 338 |
| Tabla 88: Actividades de monitoreo ambiental, Prados de la Montaña | 340 |
| Tabla 89: Resumen de Sitio, Alameda Poniente | 342 |
| Tabla 90: Actividades de monitoreo ambiental, Alameda Poniente | 343 |
| Tabla 91: Resumen del sitio, Santa Cruz Meyehualco | 347 |
| Tabla 92: Actividades de monitoreo ambiental, Santa Cruz Meyehualco | 348 |

