



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**



**EL SISTEMA DE SALUD MEXICANO:  
HACIA EL FUTURO DE EDIFICIOS AUTOSUSTENTABLES**

**Área Metropolitana de la Ciudad de México**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTA  
PRESENTA:**

**GONZÁLEZ GARCÍA, ERIKA DOLORES**

**SINODALES:**

**DR. ÁLVARO SÁNCHEZ GONZÁLEZ  
DRA. GEMMA VERDUZCO CHIRINO  
DRA. MÓNICA CEJUDO COLLERA**

**FEBRERO 2013.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



---



director de tesis:

Dr. Álvaro Sánchez González

## Sinodales:

Dra. Gemma Verduzco Chirino

Dra. Mónica Cejudo Collera

M. en Arq. Martín Yáñez Molina

Arq. Luis E. De la Torre Zatarain

# dedicatoria.

Esta tesis es el resultado de los años de incansable esfuerzo por parte de mis padres, y aunque sé que es el inicio de los mejores proyectos en mi vida también representa para mí el término de una etapa vital , en donde gracias a Dios y a mis dos grandes apoyos he aprendido a desarrollarme, tener carácter para abordar los problemas y ser una mujer íntegra que siempre defenderá sus principios para seguir adelante con todos los retos que la vida ponga frente a mí.

# agradecimientos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de la comunidad universitaria, un espíritu que nunca dejará de estremecer mi piel al escuchar un alegre “Goya” entre los pasillos por los que viví horas de incontable felicidad y aprendizaje.

A todos mis sinodales, ya que sin sus grandes enseñanzas no habría podido ser capaz de terminar todo este trabajo y llevarlo de una manera adecuada a su fin y porque siempre creyeron en mí. Sobre todo, a la Dra. Gemma Verduzco por haber sido un apoyo desde casi inicios de la Licenciatura.

A mi padre por estar codo a codo brindándome su apoyo y tiempo para que pudiéramos siempre estar a tiempo en las citas para la investigación de campo correspondiente.

A mi madre, por siempre preocuparse por mi salud y revisar constantemente mi calendario de actividades para que nunca fallara a mis objetivos, así como proporcionarme los regañones en el momento adecuado.

A mi abuelita Elena, porque si ella no hubiera inculcado en mí el amor por la UNAM, no sé donde habría parado y que esté donde esté no me queda duda de que este sería un gran triunfo para ella. A mi abuelito Raúl por sus grandes consejos de vida y apoyo en todo.



A mis abuelitos Humberto y Amalia, por su incontable apoyo, sus innumerables consejos y su cariño eterno.

A mi tía Florencia y a mi gordito Ricardo, así como a Kira porque ustedes son pilares de mi vida.

A mi borreguito por las horas que tuve que sacrificar a su lado para poder terminar todo a tiempo además de su constante apoyo emocional y presencial, porque eso nunca lo olvidaré.

A todos los amigos que aprecio en mi corazón y han pasado por mi vida, entre ellos Víctor con sus palabras de aliento, Ángel con su constante competencia y ayuda, Max con su incondicional apoyo, Joaquín con sus horas de charla intensa e inteligencia, Bryan por sus constantes consejos en momentos adecuados, Flor y René por las horas de diversión y charla, etc.

A todo el personal del IMSS en las diferentes unidades médicas visitadas ya que fueron muy amables en el compartimiento y enseñanza de los sistemas expuestos en este trabajo, en especial al Ing. Carlos Segura Reyes por su incondicional apoyo y entusiasmo en el tema.

# Índice.

*Página*

<b>o Introducción.</b>	<b><u>2</u></b>
<b>o Capítulo 1.El Sistema de Salud Mexicano.</b>	<b><u>4</u></b>
1.1 Demanda actual de los servicios de salud.	6
1.2 El caso del IMSS.	8
1.3 Unidades médicas de primer, segundo y tercer nivel (especificación de necesidades espaciales particulares).	10
1.4 Distribución geográfica de los servicios de salud (en todos los niveles de atención).	11
1.5 Estado físico de los inmuebles (remodelaciones y ampliaciones en proceso).	13
1.6 ¿Quién genera la información y quién produce la investigación?.	15
1.7 Normas técnicas y guías mecánicas.	15
<b>o Capítulo 2. Sustentabilidad.</b>	<b><u>20</u></b>
2.1 El papel de la sustentabilidad dentro de la salud.	20
2.2 El ambiente.	20
2.3 Aspectos ambientales involucrados en el diseño.	21
2.4 Aplicaciones espaciales de diseño, como parte del edificio.	21
2.5 Diseño flexible en los edificios de salud.	22
2.6 El impacto ambiental actual de los edificios de salud a nivel global.	23
2.7 Antecedentes: Alternativas de optimización de recursos: modelos extranjeros.	25
2.8 ¿Qué papel juega la arquitectura?.	33
2.8.1 Principios de diseño sustentable.	33
2.9 Conclusiones previas.	34
<b>o Capítulo 3. Agua.</b>	<b><u>35</u></b>
3.1 Cuidado del agua para su preservación, ciclos de tratamiento para su reutilización.	35
3.2 Clasificación de las aguas residuales (domésticas, industriales, pluviales, jabonosas, negras y biológicas).	36
3.3 Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).	38
3.3.1 Sistemas de tratamiento de aguas residuales.	38
3.3.1.1 Biotorres.	41
3.3.1.2 Biodiscos.	41
3.3.1.3 Filtro percolador.	42
3.3.1.4 Lodos activos.	42
3.3.1.5 Muro biológico.	43
3.3.1.6 Microplantas de tratamiento.	43
3.3.1.7 Sistema de Captación de Agua de Lluvia ( SCALL).	44
3.4 Métodos de tratamiento para reducción de la contaminación ambiental por olores de plantas tratadoras.	45

3.5 La reutilización de las aguas residuales.	46
3.5.1 Descarga cero.	46
3.6 Agua para servicios específicos de un hospital.	47
3.7 Conclusiones previas.	47
<b>o Capítulo 4. Energía.</b>	<b><u>48</u></b>
4.1 Tipos de energías disponibles.	48
4.1.1 Energía solar.	49
4.1.2 Energía con hidrógeno.	49
4.1.3 Energía eólica.	49
4.1.4 Energía por medio de biogás.	51
4.1.5 Energía geotérmica.	51
4.1.6 Energía hidráulica.	51
4.2 Capacidad de explotación de energías renovables en México (SENER).	53
4.2.1 El caso de las aguas residuales.	56
4.2.1 Aguas residuales municipales.	56
4.2.2 Aguas residuales industriales.	57
4.3 La viabilidad de la energía solar en el Área Metropolitana.	57
4.3.1 Captación y almacenamiento de energía solar por medio de celdas fotovoltaicas.	58
4.3.2 Climatización por medio de tecnología solar.	59
4.4 Energía para servicios específicos de un hospital.	62
4.5 Conclusiones previas.	63
<b>o Capítulo 5. Residuos.</b>	<b><u>64</u></b>
5.1 R.S.U. (Residuos sólidos urbanos).	64
5.2 R.P.B.I. (Residuos peligroso-biológico infecciosos).	64
5.3 Rellenos sanitarios.	67
5.3.1 El gas metano como posible fuente energética (biogás).	69
5.4 Incineración.	70
5.4.1 Alternativas de mitigación de generación de sustancias tóxicas por incineración.	72
5.5 Conclusiones previas.	74
<b>o Capítulo 6. Sustancias tóxicas y fármacos.</b>	<b><u>75</u></b>
6.1 .Residuos farmacéuticos.	75
6.2 Desinfectantes y antisépticos.	75
6.2.1 Clasificación de desinfectantes y antisépticos.	76
6.3 El mercurio.	79
6.3.1 Fuentes de liberación de mercurio.	79
6.3.2 Medidas de mitigación en el uso del mercurio.	80
6.3.3 Manejo de residuos.	81
6.4 Equipo utilizado en Imagenología (Rayos X) y aplicaciones de medicina nuclear.	81
6.4.1 Medidas de mitigación en el uso de materiales radiactivos,espacio.	83
6.4.2 Alternativas a su uso, rayos T.	84
6.5 Conclusiones previas.	84
<b>o Capítulo 7.Modelo arquitectónico.</b>	<b><u>85</u></b>

7.1	Estudio de caso H.G.R. 251 en Metepec, Edo. De México ,IMSS.	85
7.1.1	Costos de consumo en estudio de caso.	86
7.1.2	PTAR y sistema de calentamiento solar.	87
7.2	Lineamientos de diseño arquitectónico.	92
7.3	Incorporación de soluciones bioclimáticas.	93
7.3.1	Aplicaciones en el conjunto.	94
7.3.2	Aplicaciones en el edificio.	96
7.3.3	Aplicaciones en las áreas internas.	96
7.3.4	Aplicaciones en las ventanas.	99
7.3.4.1	Esquemas básicos de zonificación.	100
7.3.4.2	Influencia de los materiales seleccionados.	102
7.3.5	Aplicaciones en elementos de vegetación.	105
7.3.6	Aplicaciones en cubiertas.	106
7.3.7	Aplicaciones de orientación óptima y climatización.	107
7.3.8	Aplicaciones de eco-tecnologías.	107
7.4	Software para evaluación y diseño existente.	112
7.5	Conclusiones previas.	113

**o Capítulo 8. Modelo económico 115**

8.1	Ámbito económico.	115
8.1.1	Costos generados por pacientes.	115
8.1.2	Criterios de consumo (agua, energía eléctrica y residuos en los tres niveles de atención) mensuales.	118
8.1.2.1	Temporadas de consumos más altos.	119
8.2	Viabilidad de implementación de tecnologías sustentables.	120
8.2.1	Costos por m2.	120
8.2.2	Análisis comparativo entre unidades médicas para obtención de unidad prototipo.	122
8.2.3	Primer y segundo nivel de atención médica como el sector propicio de implementación.	123
8.2.3.1	Unidad prototipo de primer nivel.	123
8.2.3.2	Unidad prototipo de segundo nivel.	125
8.2.3.3	Unidad prototipo de planta de lavado.	127
8.2.4	Unidad prototipo general para análisis.	130
8.2.4.1	Consumos promedio mensuales de unidad.	130
8.2.4.2	Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL).	131
8.2.4.3	Modelo económico.	132
8.2.5	Costos de instalación de energías renovables y su operación.	133
8.2.5.1	Cotizaciones.	134
8.2.5.2	Problemática de operación y mantenimiento.	136
8.2.5.3	Análisis de factibilidad económica de eco tecnologías.	138
8.2.5.4	Análisis costo-beneficio.	140
8.3	Conclusiones previas.	144

**o Conclusiones finales. 145**

**o Referencias. 149**

**o Siglas. 160**

**o Glosario. 161**

**o Lista de tablas y gráficas incluidas. 162**

**o Anexos. 164**



# Introducción.

El objetivo principal de esta investigación está determinado por la premisa de salud sobre la frase: “lo primero es no hacer daño” y por tanto un edificio que “cura” no puede generar problemas de salud. Esta idea surge de la necesidad de contar con un edificio autónomo y sustentable para lograr con ello la optimización de recursos y por ende la disminución de contaminación en el medio ambiente.

La iniciativa de querer hacer un trabajo sobre este tema, surge de la observación de la carencia de servicios que logren abastecer la demanda actual de derechohabientes y ciudadanos; en un escenario en el que la cultura de prevención es un elemento más teórico que práctico y esto por ende obedece a muchos factores, entre ellos el económico.

De acuerdo a los indicadores de salud en México, en el periodo 2000-2008, las enfermedades contempladas son en su mayoría prevenibles, de manera que si podemos intervenir brindando un mejor edificio con mayor confort y más responsabilidad ética y ambiental podríamos involucrarnos dentro de una estructura social consciente de su entorno.<sup>1</sup>

Por lo que, promover un “hospital saludable” representa un fin común logrado en la interrelación entre el diseño, la construcción y la operación de las unidades médicas para mejorar el servicio, prevenir enfermedades, generar beneficios ambientales y económicos.<sup>2</sup>La sustentabilidad ha dejado de ser un tema ambiental y ajeno para convertirse en una necesidad que debe ser satisfecha en todos los edificios existentes, como un requerimiento latente.

Así que, uniendo estas dos ideas entendí que necesitamos soluciones, pero no creando “cosas nuevas” sino aprovechando todo lo que ya conocemos para su correcta aplicación. Es decir ,si somos capaces de entender dónde vivimos, con qué condiciones contamos y hacia dónde nos dirigimos; podemos empezar a incorporarnos al medio ambiente que nos rodea y dejar de colocar edificios que no entienden su emplazamiento y por tanto no serán capaces de proporcionar soluciones a problemas que nunca fueron planteados.

---

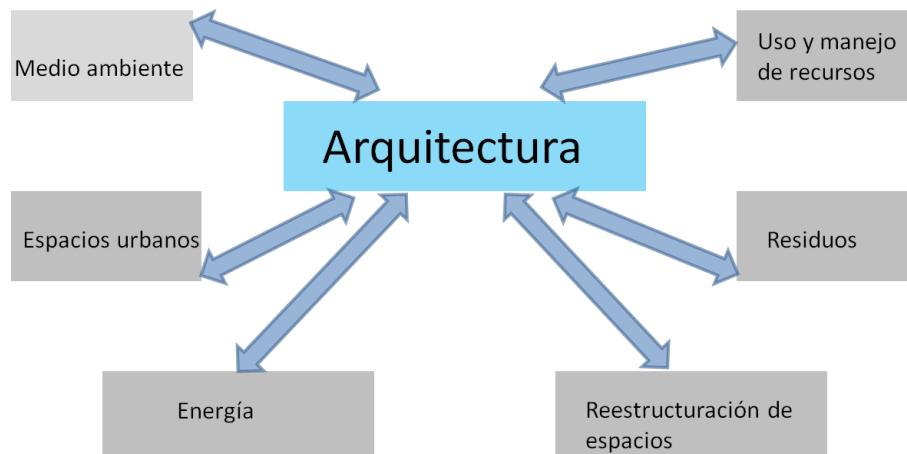
<sup>1</sup> Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), página oficial, <http://www.sinais.salud.gob.mx/>.

<sup>2</sup> Red global de hospitales verdes y saludables, Agenda global para hospitales verdes, Argentina, <http://hospitalesporlasaludambiental.net/>, pág 6

Dividí los capítulos para que sea claro el análisis de todos los factores que están interrelacionados en este tema y una breve descripción sobre su contenido se enumera a continuación:

- a) *El Sistema de Salud Mexicano*: Son datos actuales sobre la demanda de las unidades, los servicios que se otorgan y el estado en el que se encuentran.
- b) *Sustentabilidad*: Aquí se describen los factores que propician una serie de necesidades que deberán ser cubiertas por medio de soluciones arquitectónicas.
- c) *Agua*: Se toman datos sobre la constante escasez de este servicio y el cómo se puede optimizar su uso y reciclamiento para aprovecharla al máximo.
- d) *Energía*: Descripción de los tipos de energía existentes en nuestro país y las que pueden ser explotadas en el Área Metropolitana.
- e) *Residuos*: Análisis sobre los residuos generados por las unidades médicas así como los comunes y sus consecuencias con el ambiente, disposición final.
- f) *Sustancias tóxicas y fármacos*: Particularidades del edificio de salud en donde se describen las sustancias con las que se tendrán más contacto en una unidad médica.
- g) *Modelo arquitectónico*: Soluciones bioclimáticas a contemplar desde la fase de diseño del proyecto para evitar la inclusión de elementos artificiales que resuelvan necesidades que no fueron correctamente planteadas o entendidas.
- h) *Modelo económico*: Análisis económico de consumos y costos por medio de las visitas a unidades médicas dentro del Área Metropolitana así como lo que implicaría la inclusión de eco-tecnologías en un análisis costo-beneficio.

El mayor reto del actual sistema mexicano de salud es buscar alternativas para fortalecer su integración y con ello se logre finalmente el ejercicio universal e igualitario del derecho a la protección de la salud con la optimización de recursos para lograr una armonía ambiental y de funcionamiento.



1.1 Esquema de elaboración propia.





---



# Prólogo.

La inquietud sobre los temas relacionados a la sustentabilidad, surge en mí como el resultado de la constante preocupación por lo que pasa con el que hacer arquitectónico para con el contexto inmediato.

Es por ello que a lo largo del desarrollo de este documento se concibe una idea básica de trasfondo que propone como tal la optimización de recursos, sobretodo energéticos, y disminución de contaminantes al medio ambiente por medio de la interacción de este con los objetos arquitectónicos.

Ahora bien, el seleccionar los edificios de salud como el género a desarrollar en el tema constituye el objetivo principal de abordar uno de los edificios de tipología más compleja desde su conceptualización hasta su construcción, lo cual los convierte en objetos arquitectónicos que van más allá de solo cumplir funciones o caprichos formales.

La investigación en campo realizada para fundamentar gran parte de este documento fue dentro de los distintos niveles de atención médica para con ello obtener un panorama más amplio sobre la situación actual de los mismos y realista.

De manera que, la metodología empleada se basa en distintos elementos como: la investigación bibliográfica, la de medios electrónicos, el internet como una herramienta de actualización constante, una serie de entrevistas y visitas a distintas unidades médicas, la comunicación con los proveedores de estas tecnologías y el constante análisis enfocado y orientado por mis sinodales para no perder de vista el aspecto arquitectónico dentro de todos estos elementos y con ello lograr un documento que pueda ser de utilidad para aquellos a quienes les interese incorporar este tipo de tecnologías o mejor aún desarrollar nuevas.



1

el sistema de salud mexicano

# El sistema de salud mexicano.

La salud es un tema de gran importancia dentro de la vida de cada uno de nosotros y representa un derecho fundamental por lo que tal y como se hace referencia en el artículo 4 de la Constitución que nos rige: “toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la federación y las entidades federativas en materia de salubridad general”<sup>3</sup>; de manera que si es un derecho del que todos gozamos debemos preguntarnos: ¿qué alcances tienen estas palabras en la práctica?, ¿es cierto que el sistema de salud está satisfaciendo las reales necesidades de la población en el 2013?, ¿qué problemas se han venido conjugando y complicando ya desde hace muchos años atrás?.etc.

Tomando en cuenta otra definición asentada dentro de la legislación mexicana el concepto de la salud es el siguiente: “La salud es factor de progreso y fuente de oportunidades para el bienestar individual y colectivo, así como un medio eficaz para el desarrollo de las capacidades y potencialidades de las personas, que incide directamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los individuos y de la sociedad... En México, desde hace algunas décadas, las enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de muerte entre la población general (la mitad de éstos son infartos); las lesiones no intencionales, son la cuarta causa de mortalidad general (sin contar las lesiones con violencia y los suicidios).”<sup>4</sup>

Ahora bien, el sistema de salud en México es complejo ya que responde a indicadores demográficos, socioeconómicos, de mortalidad, recursos, sociales, morbilidad y financieros de acuerdo a los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>5</sup>

Uno de los objetivos centrales del Sistema Nacional de Salud es integrar los diversos servicios de salud existentes en el territorio mexicano bajo la coordinación de la Secretaría de Salud. Esto se podrá alcanzar mediante la desconcentración de las funciones de prestación de servicios de salud, que son traspasados a los organismos de salud estatales y a los servicios privados mediante subrogación.

<sup>3</sup> **Constitución de los Estados Unidos Mexicanos**, artículo 4° fracción XVI del art. 73.

<sup>4</sup> Prestación de servicios de atención médica en unidades móviles tipo ambulancia, para quedar como regulación de los servicios de salud. Atención prehospitalaria de las Urgencias médicas, **NOM-237-SSA1-2004**, México, <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1237p-04.pdf>

<sup>5</sup> **OMS**, página oficial, [http://new.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310](http://new.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310)

Actualmente los órganos que lo componen son los siguientes:

Secretaría de Salud (SSA), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM), Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud (OPS): “Un hospital saludable es el que protege la salud de su población a través de atención equitativa, oportuna, suficiente, con calidad y calidez. Comprometido con la disminución y eliminación progresiva de todo tipo de contaminantes en las prácticas médicas, mejorando la calidad asistencial y la seguridad de pacientes, familiares y trabajadores, con máximo respeto del entorno social y natural donde se encuentra ubicado”.<sup>6</sup>

Ahora bien, las tecnologías sustentables deben ser entendidas como todas aquellas implementaciones dentro de las cuales el contexto inmediato es quien rige el proyecto y se hace uso de los medios locales disponibles que requieran menos energía y optimicen el uso de un espacio habitable.

Por lo que, sumando este factor a los hospitales, podemos hablar de edificios que realmente cambien la cultura de bienestar en el proceso de curación y calidad de vida en el usuario que haga uso de ellos. Usualmente son definidos como edificios de salud, los cuales tienen la importancia de llevar a cabo procedimientos para salvar la vida de pacientes, conservar la salud y ayudarnos a prevenir enfermedades por lo que el hecho de que cuenten con una serie de medidas incorporadas al edificio para minimizar su huella ecológica, obtener un mejor rendimiento y bajar el costo de su operación y mantenimiento es una manera de generar edificios de vanguardia que de verdad entiendan su contexto y sociedad en una relación de tiempo-espacio.

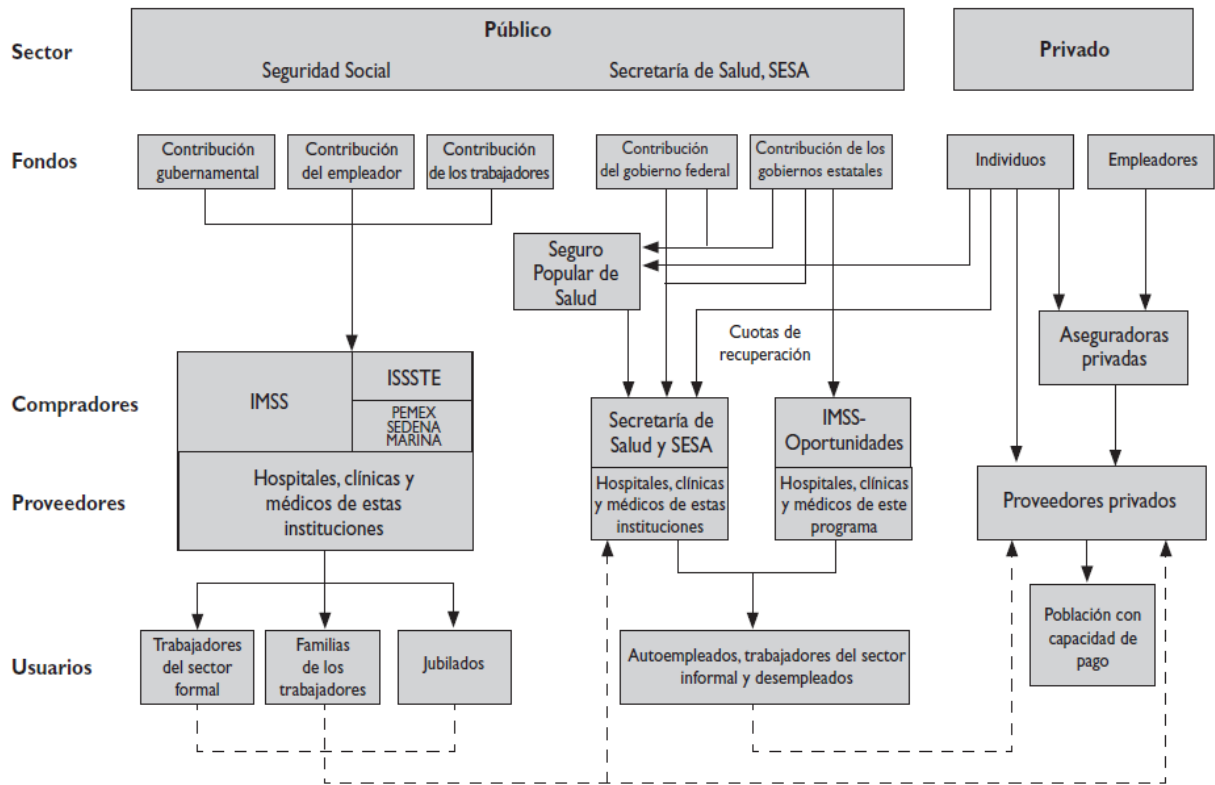
---

<sup>6</sup>Löhr, Walter, **Eficiencia energética en hospitales públicos**, Santiago de Chile, 2009, documento en .pdf, <http://www.dalkia.cl/chile-energy/ressources/files/1/18699,Manuel-Eficiencia-Energetica.pdf>.

### 1.1 DEMANDA ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE SALUD.

De acuerdo a los datos proporcionados por la OMS en donde el último registro de indicadores parte del año 2008 se obtuvo la siguiente información: México cuenta con una población de 106.6 millones de habitantes. La proporción de hombres (48.8%) y mujeres (51.2%) prácticamente no ha variado en los últimos años. Las proyecciones para 2030 estiman una población de 120.9 millones con una tasa de crecimiento anual de 0.69%.<sup>7</sup>

Fenómenos como lo son el descenso de la mortalidad general, un incremento en la esperanza de vida y una disminución de la fecundidad han dado lugar a un envejecimiento poblacional, que dará como resultado una participación creciente de los adultos mayores en la estructura de la población ya que esta muestra una tasa de crecimiento superior a 4% anual que la llevará a concentrar poco más de la cuarta parte de la población nacional en 2050.



1.2 Esquema tomado de Gómez Dantés, Octavio, Sesma, Sergio Lic en Ec, M en Ec,, Arreola Héctor, Lic en Ec, **Sistema de salud de México**,2011, [http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo\\_e4.php?id=002625](http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo_e4.php?id=002625)

<sup>7</sup> OMS ,página oficial,[http://new.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310](http://new.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310)

En México hay 23 858 unidades de salud (2007), sin considerar a los consultorios del sector privado; 4 354 son hospitales y el resto unidades de atención ambulatoria.

Del total de hospitales, 1182 son públicos y 3 172 privados. Del total de hospitales públicos, 718 atienden a la población sin seguridad social y el resto a la población con seguridad social. Alrededor de 86% son hospitales generales y el resto, hospitales de especialidad. En el sector privado la gran mayoría de los hospitales son maternidades muy pequeñas. Se calcula que alrededor de 70% de las unidades privadas con servicios de

hospitalización tienen menos de 10 camas y apenas 6% cuentan con más de 25 camas. Por lo que se refiere a las camas, el sector público cuenta con 79 643 camas (2007), lo que se traduce en 0.75 camas por 1000 habitantes, inferior a la recomendada por la OMS, que es una cama por 1000 habitantes.

En el país existen más de 19 000 unidades públicas de atención ambulatoria. La gran mayoría pertenece a los SSA (67%) y el IMSS-O (21%). Las instituciones públicas de México cuentan con poco más de 3000 quirófanos (2008), para una razón de 2.7 por 1000 habitantes.

En el rubro de equipo de alta especialidad se hará mención a los tomógrafos, los equipos de resonancia magnética y los mastógrafos. Respecto a los tomógrafos, México cuenta con 3.4 por millón de habitantes, en donde la cuantificación promedio en los países de la Organización para la Cooperación y el

**Población por condición de aseguramiento,  
diciembre de 2012**

Institución	Número de derechohabientes/ afiliados	Porcentaje de la población <sup>1</sup>
IMSS	69,330,621	58.9
Régimen Ordinario	57,475,897	48.8
Asegurados directos <sup>2</sup>	16,062,043	13.6
Otros asegurados <sup>3</sup>	6,520,957	5.5
Pensionados <sup>4</sup>	3,276,596	2.8
Familiares <sup>5</sup>	31,616,301	26.9
IMSS-Oportunidades	11,854,724	10.1
ISSSTE	12,449,609	10.6
Seguro Popular	52,908,011	44.9
PEMEX, SEDENA, SEMAR	1,143,663	1.0
Instituciones privadas	2,102,931	1.8
Otras instituciones públicas	944,092	0.8

<sup>1</sup> La población a diciembre de 2012 se estimó como el promedio de las poblaciones a mitad del año de 2012 y 2013 proyectadas por el Consejo Nacional de Población (117 724 402 personas).

<sup>2</sup> Incluye a los trabajadores del sector privado y a trabajadores del IMSS como patrón.

<sup>3</sup> Incluye el Seguro Facultativo (estudiantes, familiares de los trabajadores IMSS y familiares de los trabajadores de la Comisión Federal de Electricidad), Seguro de Salud para la Familia (SSFAM) y Continuación Voluntaria en el Régimen Obligatorio. En estos seguros se registra al titular y a cada uno de los miembros de la familia.

<sup>4</sup> Incluye los pensionados no asociados al IMSS como patrón y los pensionados asociados al IMSS como patrón.

<sup>5</sup> Las cifras de familiares corresponden a estimaciones determinadas con base en coeficientes familiares. Los coeficientes familiares pueden ser interpretados como un promedio del número de miembros por familia y se aplican al número de asegurados directos y de pensionados.

Fuente: Estimaciones propias con base en: IMSS, Informe Mensual de Población Derechohabiente y Sistema de Acceso a Derechohabientes, diciembre 2012; Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Anuario Estadístico 2012; Sistema de Protección Social en Salud, Informe de Resultados enero-diciembre 2012; Petróleos Mexicanos (PEMEX); Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA); Secretaría de Marina (SEMAR); e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), XIII Censo de Población y Vivienda 2010.

Desarrollo Económico (OCDE) es de 20.6 tomógrafos por millón de habitantes.

El país cuenta además con 1.5 equipos de resonancia magnética por millón de habitantes, cifra menor a la cifra promedio de los países de la OCDE, que es de 9.8 por millón de habitantes. Por último, México cuenta con 267 mastógrafos en el sector público, lo que arroja una disponibilidad de 9.3 mastógrafos por millón de mujeres de 25 años y más. Estos generan un promedio de 4.5 mamografías por millón de habitantes. La cifra promedio de mamografías en los países de la OCDE es de 19.9 por millón de habitantes.

A nivel hospitalario, una encuesta nacional realizada en 2009 mostró niveles de abasto de medicamentos esenciales en farmacias y almacenes hospitalarios para todo el sector público del 82%.

Servicios otorgados en el Sistema Nacional de Salud, 2011  
(porcentajes)

Institución	Consultas				Egresos	Cirugías	Servicios auxiliares de diagnóstico		
	General	Especialidad	Urgencias	Odontológicas			Laboratorio clínico	Radiología	Otros
IMSS <sup>1/</sup>	47.1	39.8	61.0	29.5	38.7	43.7	51.3	56.3	57.7
ISSSTE	7.4	15.9	3.6	8.9	6.7	6.8	8.8	9.0	12.2
SS <sup>2/</sup>	42.2	33.3	28.1	54.5	48.0	44.4	34.2	27.6	20.3
Otras instituciones <sup>3/</sup>	3.2	11.1	7.2	7.1	6.6	5.1	5.7	7.0	9.8

<sup>1/</sup> Incluye IMSS-Oportunidades.

<sup>2/</sup> Secretaría de Salud, incluye los servicios prestados por los Servicios Estatales de Salud, los Institutos Nacionales de Salud y los Hospitales Federales de Referencia. Estos servicios incluyen los otorgados bajo el Seguro Popular.

<sup>3/</sup> Incluye información de hospitales universitarios, PEMEX, SEMAR, ISSSTE estatales y SEDENA.

Fuente: Dirección General de Información en Salud, Secretaría de Salud. Boletín de Información Estadística No. 31, vol. III, 2011.

## 1.2 EL CASO DEL IMSS.

Actualmente el IMSS cuenta con la mayor cobertura de la población en la Ciudad de México, por lo cual se está tomando en cuenta que debe ser una de las Instituciones con más servicios otorga a la población, y por lo tanto esto implica costos y espacios que deben transformarse para seguir atendiendo a las personas.

En la siguiente tabla vemos el tipo de servicios que brinda la Institución en un día típico, donde más adelante analizaremos que implica cada uno de estos servicios en cuanto a consumos de energía eléctrica, consumo de agua y generación de residuos.

La demanda de estos servicios implica que hay un porcentaje de enfermos que requieren de atención especial, por lo que de acuerdo a datos del Instituto estas son las enfermedades que generan un gasto mayor:



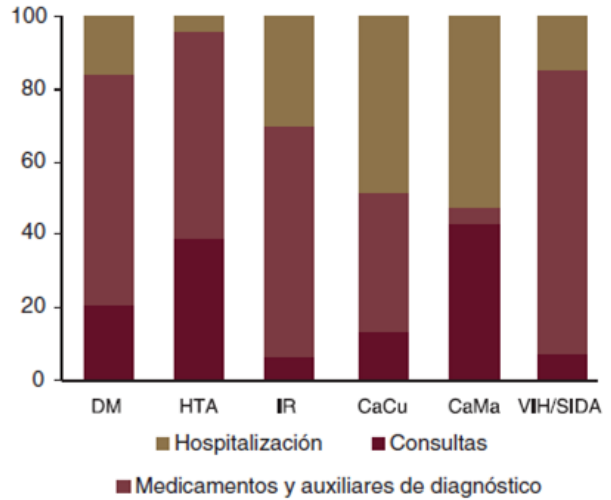
En donde, se realizó un pronóstico de los escenarios posibles contemplando que la población no cambie de hábitos en el periodo 2013-2050. En uno de ellos se reforzó el Programa PreVENIMSS que básicamente ataca a las unidades de Primer Nivel de Atención (primer contacto de prevención) para que dichas enfermedades no lleguen a ser de Tercer Nivel de Atención (especialidades) causando mayores costos.

Servicios médicos otorgados en un día típico, enero a diciembre de 2012

Concepto	Promedio total nacional
Total de consultas otorgadas	485,200
Consultas de medicina familiar	336,794
Consultas de especialidades	79,054
Consultas dentales	19,017
Atenciones de urgencias	50,335
Egresos hospitalarios	5,496
Intervenciones quirúrgicas	4,139
Partos atendidos	1,262
Análisis clínicos	758,657
Estudios de radiodiagnóstico	56,319

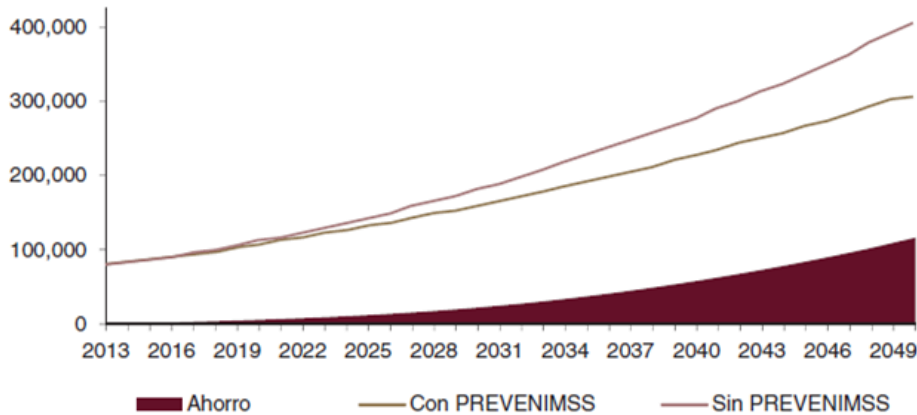
Fuente: Dirección de Prestaciones Médicas (DPM), IMSS.

Estimación de la estructura porcentual del gasto médico por padecimiento<sup>11</sup>, 2013



<sup>11</sup> DM: diabetes mellitus; HTA: hipertensión arterial; IR: insuficiencia renal; CaCu: cáncer cérvico-uterino; CaMa: cáncer de mama; VIH/SIDA: virus de inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida.  
Fuente: DF, IMSS.

Comparativo del gasto médico estimado de los seis padecimientos<sup>11</sup> en los escenarios con y sin PREVENIMSS, 2013-2050 (millones de pesos de 2013)



<sup>11</sup> Se refiere a diabetes mellitus, hipertensión arterial, insuficiencia renal, cáncer cérvico-uterino, cáncer de mama y VIH/SIDA.  
Fuente: DF, IMSS.

### 1.3 UNIDADES MÉDICAS DE PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL (ESPECIFICACIÓN DE NECESIDADES ESPACIALES PARTICULARES).

En cuanto a los niveles de atención médica contamos con los siguientes:

- a) *Primer contacto*: Se denomina al tipo de atención que implica campañas de prevención y otorgamiento de tratamientos básicos.
- b) *Primer nivel*: Es un servicio de prevención, mayoritariamente conocido en el ámbito rural.
- c) *Segundo nivel*: Este servicio implica un espacio para realizar estudios de laboratorio, así como consultorios, en el cual se pueden realizar intervenciones quirúrgicas por medio del uso de un quirófano y tratamientos crónicos.
- d) *Tercer nivel*: También denominado como hospital de especialidades, dentro del cual se realizan tratamientos crónicos, proporcionamiento de medicamento especializado, realización de cirugías con un equipo más avanzado.<sup>8</sup>

Clasificación de Unidades Médicas por Nivel y Tipo. Diciembre 2007	
<b>Unidades Médico-Hospitalarias</b>	<b>1,810</b>
<b>Primer Nivel de Atención</b>	<b>1,516</b>
Unidades de Medicina Familiar	1,085*
Unidades Auxiliares de Medicina Familiar	431
<b>Segundo Nivel de Atención</b>	<b>258</b>
Hospitales Generales	227
Unidades Médicas de Atención Ambulatoria	31
Anexa a unidad médica (unidad medicina familiar u hospital)	26
Autónoma de unidad médica	5
<b>Tercer Nivel de Atención</b>	<b>36</b>
<b>Infraestructura de apoyo a la atención médica</b>	<b>7</b>
Laboratorio de citología exfoliativa	1
Taller de prótesis y órtesis	1
Farmacias Centrales	5
<b>Infraestructura para la capacitación, desarrollo médico e investigación en salud</b>	<b>21</b>
Bibliotecas (Centros de Investigación y Documentación en Salud)	1
Escuelas de enfermería	5
Centros de Investigación Educativa y Formación Docente	5
Unidades de Investigación Biomédica	9
Bioterio	1
<b>Total de unidades médicas</b>	<b>1,838</b>

Incluye Unidades de Medicina Familiar que están en servicio.  
Fuente: IMSS.

1.8 Esquema tomado de documento pdf **Capítulo X: Situación de las instalaciones y equipo del Instituto, IMSS.**

<sup>8</sup> Documento online en pdf, Niveles de Atención, [http://xa.yimg.com/kq/groups/20376810/258237993/name/sist\\_salud.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/20376810/258237993/name/sist_salud.pdf)

### 1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SERVICIOS DE SALUD (EN TODOS LOS NIVELES DE ATENCIÓN).

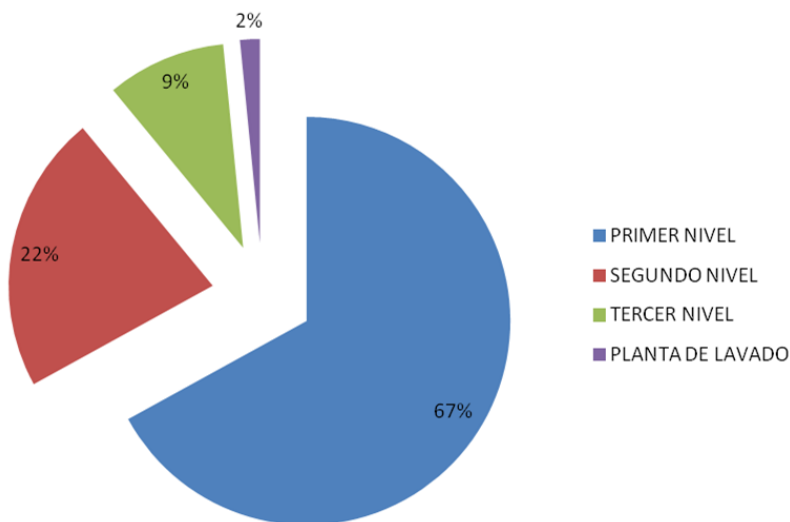
La distribución de unidades médicas en el Área Metropolitana, es la siguiente:

DISTRIBUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EN EL ÁREA METROPOLITANA									
UBICACIÓN GEOGRÁFICA									
TIPO DE UNIDAD		No. CAMAS (X CADA 10000 DHABS.)	M2 APROXIMADOS	DELEGACIÓN NORTE	DELEGACIÓN SUR	DELEGACIÓN ORIENTE	DELEGACIÓN PONIENTE	TOTAL POR NIVEL	PORCENTAJE POR NIVEL
PRIMER NIVEL	U.M.F., U.M.F. + HOSPITAL	5,10,15 CONSULTORIOS	200-5000	21	22	43	42	128	78%
SEGUNDO NIVEL	H.G.S.								
	H.G.S. + U.M.F.	12,34	3000-4000						
	H.G.Z.								
	H.G.Z. + U.M.F.	72,144	6200-10200						
	H.G.R.								
	H.G.R. + U.M.F.	216		8	15	14	5	42	16%
TERCER NIVEL	U.M.A.E.			10	7	0	1	18	4%
SERVICIOS	PLANTA DE LAVADO	NO APLICA	6000	1	2	0	EN PROCESO	3	
	FARMACIA	NO APLICA	NO APLICA	1	1	0	0	2	
	GUARDERÍA	NO APLICA	NO APLICA	68	69	62	38	237	2%
TOTAL DE UNIDADES				109	116	119	86		

1.9 Tabla de elaboración propia tomando en cuenta las distribuciones de los niveles de atención en el Área Metropolitana.

Lo cual se ve más claramente en la siguiente gráfica:

De manera que, como se puede observar en la gráfica estamos en un área donde las unidades de primer nivel prevalecen, pero el crecimiento de las de segundo nivel es relevante.



2.0 Gráfica de elaboración propia.

Por lo que, la aplicación de tecnologías sustentables debe ir sobre estas unidades pero no en gran parte ya que son de las que menos consumen recursos energéticos y efluentes por el tipo de servicios que se brindan.<sup>9</sup>

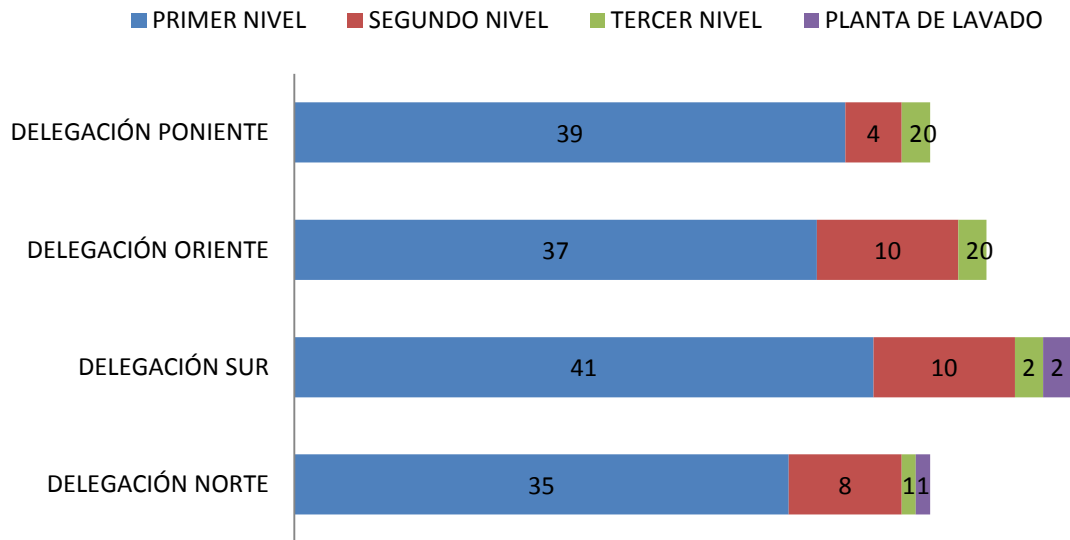
En donde podremos ver un contraste entre el número de inmuebles y los gastos que se generan; siendo los de segundo y tercer nivel los campos de acción inmediata para reducir

<sup>9</sup> IMSS, página oficial, <http://www.imss.gob.mx/estadisticas/dis/Pages/default.aspx>

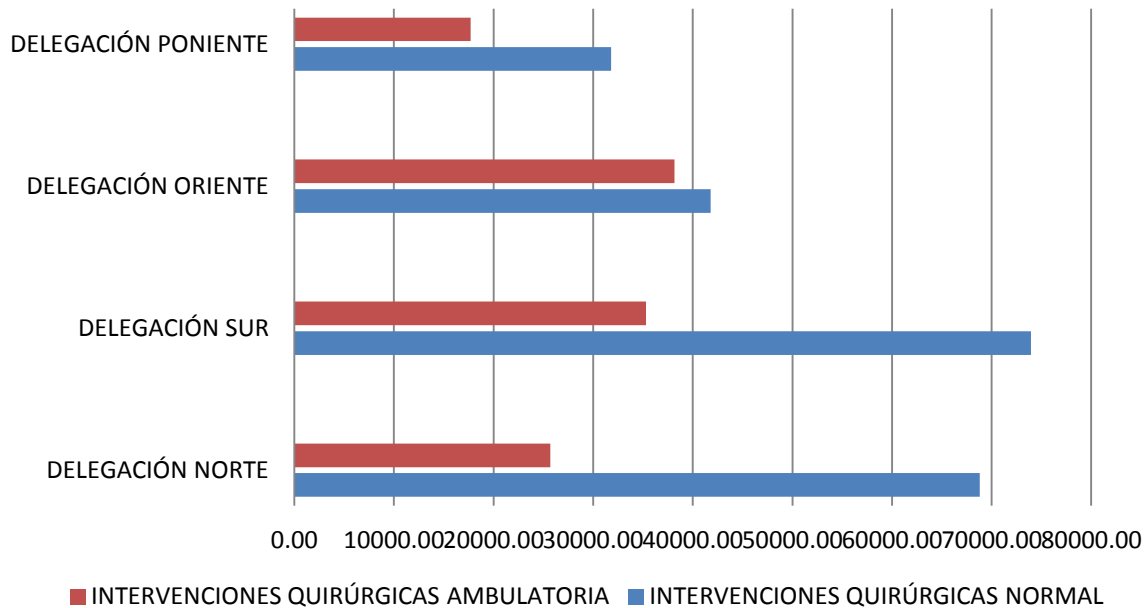
sus costos en base a la optimización de espacios para captación, almacenamiento y distribución en el inmueble de los mismos.

De igual forma, la distribución de los servicios se concentra de la siguiente manera:

## EQUIPAMIENTO POR DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

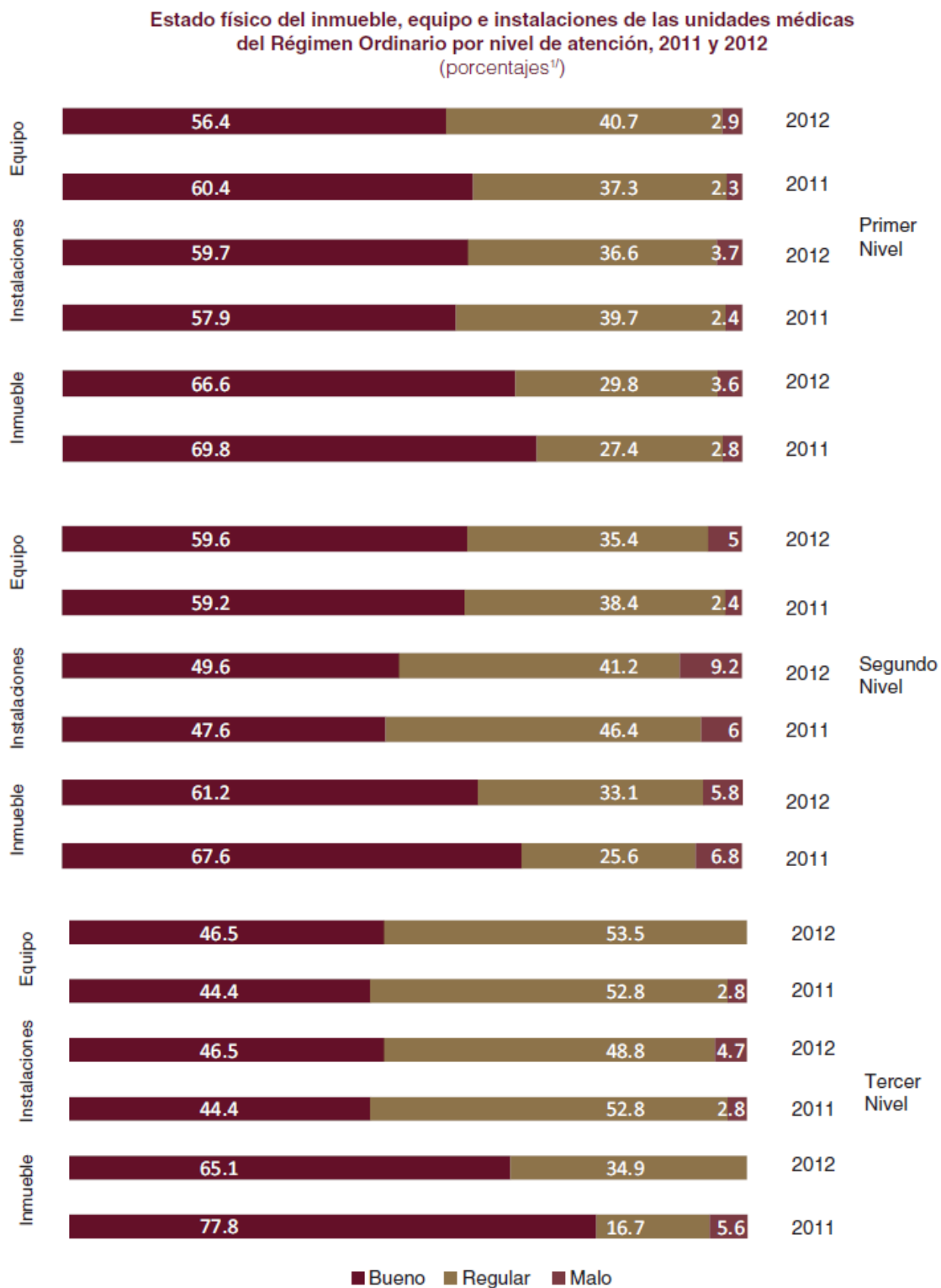


## INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS BRINDADAS



2.1 y 2.2 Gráficas de elaboración propia basadas en la anterior tabla.

### 1.5 ESTADO FÍSICO DE LOS INMUEBLES (REMODELACIONES Y AMPLIACIONES EN PROCESO).



<sup>1/</sup> La suma de los porcentajes para cada nivel puede no ser igual a 100 por ciento por cuestiones de redondeo.  
Fuente: Dirección de Administración y Evaluación de Delegaciones (DAED), IMSS.

En cuanto a las obras que se encuentran en proceso o terminadas tenemos las siguientes:

**Acciones de fortalecimiento de infraestructura médica en el Régimen Ordinario,  
primer nivel de atención, diciembre de 2012**

Región/Delegación	Localidad	Tipo de unidad	Tipo de acción	Estatus de obra/fecha <sup>1/</sup>
<b>Centro</b>				
Distrito Federal Sur	Iztapalapa	UMF No. 160	Remodelación	Concluida (octubre 2012)
Estado de México Oriente	Cuautitlán	UMF No. 52	Remodelación	Concluida (noviembre 2012)

**Construcción nueva en el Régimen Ordinario, segundo nivel de atención, diciembre de 2012**

Región/Delegación	Localidad	Tipo de unidad	Estatus de obra/ fecha <sup>1/</sup>	Estatus operativo/ fecha <sup>2/</sup>
<b>Centro</b>				
Estado de México Poniente	Metepec	HGR <sup>3/</sup> -236 camas	Concluida (febrero 2012)	En operación (marzo 2012) Consulta Externa y junio 2012 Urgencias y Hospitalización)

**Acciones de fortalecimiento de infraestructura médica en el Régimen Ordinario,  
tercer nivel de atención, diciembre de 2012**

Región/Delegación	Localidad	UMAE/Hospital	Tipo de acción	Estatus de obra/ fecha <sup>1/</sup>
<b>Centro</b>				
Distrito Federal Norte	Centro Médico "La Raza"	UMAE-Hospital General	Remodelación	En proceso (diciembre 2013)
	Magdalena de Las Salinas	UMAE-Hospital de Traumatología	Ampliación	Concluida (mayo 2013)
	Centro Médico "La Raza"	UMAE-Hospital General	Ampliación	Concluida (mayo 2013)
	Centro Médico "La Raza"	UMAE-Hospital de Especialidades	Remodelación	En proceso (diciembre 2014)
Distrito Federal Sur	Centro Médico "Siglo XXI"	UMAE-Hospital de Oncología	Remodelación	Concluida (agosto 2012)
	Tizapán, San Ángel	UMAE-Hospital de Gineco-Obstetricia No. 4	Ampliación	Concluida (marzo 2013)
	Tizapán, San Ángel	UMAE-Hospital de Gineco-Obstetricia No. 4	Remodelación	Concluida (diciembre 2012)
	Centro Médico "Siglo XXI"	UMAE-Hospital de Especialidades	Remodelación	Concluida (diciembre 2012)

<sup>1/</sup> La fecha entre paréntesis es la fecha estimada de término de ejecución de la obra.  
Fuente: DAED, IMSS.

De manera que, la mayoría de obras fueron remodelaciones (7 unidades,3 ampliaciones y 1 obra nueva), lo cual no está indicando que los edificios están siendo transformados de una manera u otra y esto tiene que traer mejoras en el servicio y la atención; los nuevos

espacios deben de tener optimas condiciones que permitan explotar al máximo sus capacidades.<sup>10</sup>

### 1.6 ¿QUIÉN GENERA LA INFORMACIÓN Y QUIÉN PRODUCE LA INVESTIGACIÓN?

La concentración de la información en salud en México es responsabilidad de la Dirección General de Información en Salud de la SSA. A través del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), publica información sobre nacimientos, muertes, casos de enfermedad, recursos financieros, recursos humanos, recursos materiales, infraestructura y servicios. El SINAIS incluye varios subsistemas. Destacan dentro de ellos el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), el Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH) y el Sistema de Cuentas Nacionales y Estatales en Salud (SICUENTAS).

Respecto a la investigación, el Sistema de Salud Mexicano cuenta con 12 Institutos Nacionales de Salud y diversos centros de investigación del IMSS en donde trabajan alrededor de 1 200 investigadores de tiempo completo. En estos centros se hace investigación en biomedicina, medicina clínica y salud pública.<sup>11</sup>

### 1.7 NORMAS TÉCNICAS Y GUÍAS MECÁNICAS.

Dentro del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal existe un apartado denominado como Normas técnicas complementarias, dentro de las cuales se exponen dato a dato el tipo de equipamiento y servicios básicos con los que debe contar un determinado género de edificio, por lo que a continuación expondré mediante una tabla resumen los datos que conciernen a los edificios de salud, comparándola con datos de los lineamientos del IMSS y de dos NOMS.

De acuerdo a estas Normas: “ El Director Responsable de Obra debe cumplir, en su caso, con lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- a) *NOM-001-SEDE-2012*, “Instalaciones eléctricas (utilización);
- b) *NOM-007-ENER-2004*, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales;
- c) *NOM-013-ENER-2004*, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios; y
- d) *NOM-025-STPS-1999*, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.”<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> IMSS, **Informe al ejecutivo federal y al congreso de la unión sobre la situación financiera y los riesgos del instituto Mexicano del Seguro Social 2012-2013**, México D.F.

<sup>11</sup> Löhr,Walter, **Eficiencia energética en hospitales públicos**, Santiago de Chile,2009,documento en .pdf, <http://www.dalkia.cl/chile-energy/ressources/files/1/18699,Manuel-Eficiencia-Energetica.pdf>.

<sup>12</sup> Cada una de estas normas están incluidas en el **Anexo 1**.



En cuanto a las guías mecánicas, estas se refieren al desglose a detalle sobre: ubicación, diámetros, medidas, cotas, referencias, proporciones, especificaciones, bases, cimentaciones, que necesariamente serán colocadas o instaladas para que cada uno de los sistemas como instalaciones (hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, voz y datos, especiales, etc.) funcionen a la perfección y sin problemas. Por lo regular, es información que proveen las compañías sobre cada uno de sus productos, pero en el caso de los edificios de salud el IMSS y el ISSSTE <sup>13</sup> poseen sus propias guías en donde se especifican incluso modelos de muebles de baño ,mobiliarios general como camillas, equipo de esterilización, autoclaves, modos de instalación de plantas tratadoras ,etc.

La relevancia de este tema radica en que a pesar de que existen “manuales” con especificaciones establecidas, estos deben estar sujetos a cambios por los medios que competen en este documento en donde se trata de incorporar nuevas tecnologías que provoquen una mayor eficiencia dentro del edificio.

A continuación presento una tabla comparativa de análisis de información entre lo enumerado por las Normas Técnicas Complementarias correspondientes al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal ,los tomos de Guías Mecánicas del IMSS por ser la institución con mayor influencia de hospitales dentro del área metropolitana y las *NOM-016-SSA3-2012 Y NOM-233-SSA1-2003*.

---

<sup>13</sup> Guías mecánicas del IMSS e ISSSTE incluidas en el **Anexo 3**.

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS			IMSS			NOM-016-SSA3-2012 Y NOM-233-SSA1-2003		
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			CAJONES DE ESTACIONAMIENTO		
TIPO DE EDIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	TIPO DE EDIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	TIPO DE EDIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
HOSPITALES	Hospital de urgencias, de especialidades, general y centro médico	1 por cada 50 m <sup>2</sup> construidos	UNIDADES HOSPITALARIAS	Hospital de urgencias, de especialidades, general y centro médico		UNIDADES HOSPITALARIAS	Hospital de urgencias, de especialidades, general y centro médico	
CENTROS DE SALUD	Centros de salud, clínicas de urgencias y Laboratorios dentales, de análisis clínicos y	1 por cada 50 m <sup>2</sup> construidos 1 por cada 50 m <sup>2</sup> construidos	CENTROS DE SALUD	Centros de salud, clínicas de urgencias y Laboratorios dentales, de análisis clínicos y		CENTROS DE SALUD	Centros de salud, clínicas de urgencias y Laboratorios dentales, de análisis clínicos y	En caso de necesitar rampa de acceso vehicular, ésta no deberá ser de asfalto ni de materiales inflamables.
ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	2 por cada 50 m <sup>2</sup> construidos	ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	De acuerdo a Reglamento de Construcciones	ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	Dimensiones de 3.80 m de frente por 5.00 m de fondo, los cajones de discapacitados estarán señalados con simbología de 1.60 m al centro del cajón.
<b>DIMENSIONES MÍNIMAS</b>			<b>DIMENSIONES MÍNIMAS</b>			<b>DIMENSIONES MÍNIMAS</b>		
HOSPITALES	Consultorios	6.00 m <sup>2</sup> /cama 2.30 a 2.40	HOSPITALES	Consultorios	De acuerdo a ubicación y RCDF	HOSPITALES	Consultorios	Las dimensiones de las áreas de hospitalización, individual o colectiva, deben ser suficientes para la instalación del mobiliario y equipo apropiados para el tipo de pacientes a que esté dirigido el servicio, así como para permitir la movilidad y el desarrollo de las actividades del personal del área de la salud para la atención de los pacientes hospitalizados.
	Cuartos de encamados individuales	7.30 m <sup>2</sup> /cama 2.30 a 2.70		Cuartos de encamados individuales	De acuerdo a ubicación y RCDF		Cuartos de encamados	
	Cuartos de encamados comunes 4 o más camas	5.50 m <sup>2</sup> /cama 2.40 a 5.00		Cuartos de encamados comunes 4 o más camas	De acuerdo a ubicación y RCDF		Cuartos de encamados	
	Cuartos de encamados comunes 2-4 camas	6.00 m <sup>2</sup> /cama 2.30 a 3.30		Cuartos de encamados comunes 2-4 camas	De acuerdo a ubicación y RCDF		Cuartos de encamados	
	Salas de operación, laboratorios	DRO DRO		Salas de operación, laboratorios y	DRO DRO		Salas de operación, laborator	
	Servicios médicos de urgencia	2.4		Servicios médicos de urgencia	DRO		Servicios médicos de urgencia	
ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	DRO	ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	DRO	ASISTENCIA SOCIAL	Asilos de ancianos, casas de cuna y otras instituciones de asistencia	DRO
<b>ANCHOS DE PUERTA</b>			<b>ANCHOS DE PUERTA</b>			<b>ANCHOS DE PUERTA</b>		
Atención médica o dental a usuarios externos	Acceso principal	1.2	Atención médica o dental a usuarios externos	Acceso principal		Atención médica o dental a usuarios externos	Acceso principal	Dimensión mínima de 0.90m y deberá abrir hacia afuera desde espacios reducidos. En área de urgencias deberán ser de doble abatimiento para su fácil acceso.
	Consultorios	0.9		Consultorios			Consultorios	
Atención a usuarios internos	Acceso principal	1.2	Atención a usuarios internos	Acceso principal	Deberán ser mínimo de 1.20 m.	Atención a usuarios internos	Acceso principal	
	Cuarto de encamados	0.9		Cuarto de encamados				
	Sala de operaciones	1.2		Sala de operaciones	Deberán der de doble abatimiento y estar ubicadas cerca de una bahía o acceso facilitado a ambulancias.		Sala de operaciones	
	Servicios médicos de urgencia	1.5		Servicios médicos de urgencia				
Asistencia social	Residencias colectivas	1.2	Asistencia social	Residencias colectivas		Asistencia social	Residencias	
	Acceso principal	1.2		Acceso principal			Acceso principal	
<b>CIRCULACIÓN HORIZONTAL (PASILLOS)</b>			<b>CIRCULACIÓN HORIZONTAL (PASILLOS)</b>			<b>CIRCULACIÓN HORIZONTAL (PASILLOS)</b>		
Atención médica a usuarios externos	Circulación en área de pacientes	1.20 a ancho 2.30 altura	Atención médica a usuarios externos	Circulación en área de pacientes	Deberán ser recorridos breves.	Atención médica a usuarios externos	Circulación en área de pacientes	Deberán estar señalizados, para rampas interiores o de acceso el ancho mínimo debe ser de 1.20 m libre entre pasamanos, long. 6.00 m y pendiente no mayor del 6.0%
Atención a usuarios internos	Circulaciones por las que circulen camillas	1.80 ancho 2.30 altura	Atención a usuarios internos	Circulaciones por las que circulen camillas	Deberán ser recorridos breves y directos.	Atención a usuarios internos	Circulaciones por las que circulen camillas	Deberán ser recorridos directos.
Servicios médicos de urgencias	Circulaciones por las que circulen camillas	1.80 ancho 2.30 altura	Servicios médicos de urgencias	Circulaciones por las que circulen camillas	Deberán ser recorridos directos.	Servicios médicos de urgencias	Circulaciones por las que circulen camillas	
<b>ANCHOS DE ESCALERAS</b>			<b>ANCHOS DE ESCALERAS</b>			<b>ANCHOS DE ESCALERAS</b>		
Atención médica o dental a usuarios	Para público	0.9	Atención médica o dental a usuarios	Para público		Atención médica o dental a usuarios	Para público	1.2
Atención a pacientes internos	En las que se pueden transportar camillas	1.2	Atención a pacientes internos	En las que se pueden transportar camillas		Atención a pacientes internos	En las que se pueden transportar	1.2
Servicios médicos de urgencia (públicos y privados)	En descansos, en donde gire la camilla	1.8	Servicios médicos de urgencia (públicos y privados)	En descansos, en donde gire la camilla	No se especifica.	Servicios médicos de urgencia (públicos y privados)	En descansos, en donde gire la camilla	De acuerdo a RCDF será el número de peraltes correspondientes.
<b>DOTACIÓN MÍNIMA DE AGUA</b>			<b>DOTACIÓN MÍNIMA DE AGUA</b>			<b>DOTACIÓN MÍNIMA DE AGUA</b>		
HOSPITALES	Atención médica a usuarios externos	12 L/sitio/paciente	HOSPITALES	Atención médica a usuarios externos		HOSPITALES	Atención médica a usuarios externos	Almacenamiento y distribución de agua potable. La capacidad mínima de las cisternas o tinacos deberá ser calculada considerando que sea posible cubrir los requerimientos internos al menos por 24 horas.
	Atención médica a usuarios internos	800 L/cama/día			Atención médica a usuarios internos			
	Asistencia social, asilos y orfanatos	300 L/huésped/día			Asistencia social, asilos y orfanatos			

2.5 Esquema resumen realizado en base a Normas Técnicas Complementarias tomadas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Normas internas del IMSS y NOM indicadas.

MUEBLES DE BAÑO			MUEBLES DE BAÑO			MUEBLES DE BAÑO		
	EXCUSADOS	2		EXCUSADOS	Se determina de acuerdo al nivel de atención médica y la zona.			
	Salas de espera hasta 100	3		Salas de espera hasta 100			Salas de espera hasta 100	1 WC para personas con capacidades diferentes.
	Salas de espera desde 101 a 200			Salas de espera desde 101 a 200			Salas de espera desde 101 a 200	Regaderas y WCS de .10 m de frente por 1.30 m de fondo y una puerta de acceso de 0.90 m, debe contar con dos ganchos dobles, a una altura de 1.20 m y 1.50 m, con desfasamiento lateral de 0.20 m
	Salas de espera cada 100 adicionales o	2		Salas de espera cada 100 adicionales o fracción			Salas de espera cada 100	
	Cuartos de camas hasta 10 camas	1		Cuartos de camas hasta 10 camas			Cuartos de camas hasta 10 camas	1 WC y 1 regadera por cada 6 camas.
	Cuartos de camas de 11 a 25	3		Cuartos de camas de 11 a 25			Cuartos de camas de 11 a 25	1 toma de oxígeno, 1 toma de aire comprimido para 2 camas, 1 toma fija de aspiración controlada.
	Cuartos de camas cada 25 adicionales o fracción	1		Cuartos de camas cada 25 adicionales o fracción			Cuartos de camas cada 25 adicionales o fracción	Los mingitorios estarán colocados a 0.45 m del eje hacia paredes laterales y contarán con barras ubicadas sobre pared posterior a ambos lados del mingitorio, a una distancia de 0.30 m y una de 0.20 m con la pared posterior y una altura sobre piso de
	Empleados hasta 25	2		Empleados hasta 25			Empleados hasta 25	Vestidores deben ser de 1.20 m de frente por 1.20 m de fondo. Banca con dimensiones de 0.90 m de largo, por 0.40 m de ancho y por 0.50 m de altura, de material rígido y fija al piso o muro.
	Empleados 26 a 50	3		Empleados 26 a 50			Empleados 26 a 50	
	Empleados 51 a 75	4		Empleados 51 a 75			Empleados 51 a 75	
	Empleados 76 a 100	5		Empleados 76 a 100			Empleados 76 a 100	
	Empleados cada 100 adicionales o fracción	3		Empleados cada 100 adicionales o fracción			Empleados cada 100 adicionales o fracción	
HOSPITALES			HOSPITALES			HOSPITALES		
<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>		
HOSPITALES	Consultorios y salas de curación	300 luxes	HOSPITALES	Consultorios y salas de curación		HOSPITALES	Consultorios y salas de curación	
CENTROS DE SALUD	Salas de espera	125 luxes	CENTROS DE SALUD	Salas de espera		CENTROS DE SALUD	Salas de espera	
Atención a usuarios internos	Criculaciones	100 luxes	Atención a usuarios internos	Criculaciones		Atención a usuarios internos	Criculaciones	
	Salas de encamados	75 luxes		Salas de encamados			Salas de encamados	
Servicios médicos de urgencia	Emergencias en consultorios y salas de curación	300 luxes	Servicios médicos de urgencia	Emergencias en consultorios y salas de curación	No se especifica.	Servicios médicos de urgencia	Emergencias en consultorios y salas de curación	No se indica
	50 luxes							
<b>ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA</b>			<b>ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA</b>			<b>ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA</b>		
HOSPITALES	Recepción, vestíbulos y salas de espera	30%	HOSPITALES	Recepción, vestíbulos y salas de espera		HOSPITALES	Recepción, vestíbulos y salas de espera	
	Locales comerciales (servicios)	50%		Locales comerciales (servicios)			Locales comerciales	
	Salas de preparación operatoria, recuperación, curaciones y terapias	100%		Salas de preparación operatoria, recuperación, curaciones y terapias	Se deberá contar con una planta de emergencia, las zonas que no se pueden quedar sin iluminación son principalmente urgencias y los quirófanos, que contarán con lámparas de emergencia móviles de una duración de 90 mins.		Salas de preparación operatoria, recuperación y de expulsión, laboratorios y cuarto séptico	
Atención a usuarios internos	Salas de operación y de expulsión, laboratorios y cuarto séptico	100%	Atención a usuarios internos	Salas de operación y de expulsión, laboratorios y cuarto séptico		Atención a usuarios internos	Salas de operación y de expulsión, laboratorios y cuarto séptico	
	Morgue	20%		Morgue			Morgue	
	Servicios sanitarios	50%		Servicios sanitarios			Servicios sanitarios	
	Central de esterilización y equipos	20%		Central de esterilización y equipos			Central de esterilización y equipos	
	Urgencias	70%		Urgencias			Urgencias	
Atención médica o dental a usuarios externos	Consultorios	50%	Atención médica o dental a usuarios externos	Consultorios		Atención médica o dental a usuarios externos	Consultorios	
	Elevadores	50%		Elevadores			Elevadores	
	Encamados.	30%		Encamados.			Encamados.	
Asistencia social	Vestíbulos, salas de espera, servicios sanitarios y pasillos	5%	Asistencia social	Vestíbulos, salas de espera, servicios sanitarios y pasillos		Asistencia social	Vestíbulos, salas de espera, servicios sanitarios y pasillos	No se indica

2.5 Esquema resumen realizado en base a **Normas Técnicas Complementarias tomadas del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Normas internas del IMSS y NOM indicadas.**

De manera que comparando los datos antes expuestos, el IMSS se rige por una serie de 10 tomos dentro de los cuales se hace referencia específica a Guías Técnicas de Construcción, Instalaciones hidráulicas, sanitarias y especiales, Obra Civil, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones de Aire Acondicionado, etc. Por lo que debido a lo específico de estas es necesario enfocarse en un caso de estudio como detallaré más adelante.

En cuanto a las NOMS expuestas, se toman muchos temas de relevancia dentro de los cuales se plantea espacio por espacio lo que habrá de conformar su funcionalidad y

mobiliario específicos y debido a la complejidad del mismo género se apoyan en el Reglamentos de Construcciones.

Es evidente que comparando dicha información la mayoría de datos son manejados particularmente aplicando normas de diseño para con esto dimensionar la cantidad de recursos que se deberán tomar en cuenta para implementación o solución de los mismos, pero resulta una guía de consulta rápida para que podamos darnos cuenta de los servicios con los que debe contar una unidad hospitalaria; sin dejar de lado el grado de especialización requerido en donde la prevención no deja de ser un rango a tomar en consideración dentro de la misma.

Es por medio de la prevención que podemos tocar el tema de la sustentabilidad, en donde necesariamente debo referirme al concepto mundial que se tiene de esta como enumero a continuación: "El desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades" definió Gro Bruntland y este concepto se basa en tres principios:

- a) El análisis del ciclo de vida de los materiales;
- b) El desarrollo del uso de materias primas y energías renovables;
- c) La reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos.<sup>14</sup>

De manera que, a continuación tomaré en cuenta el cómo estos conceptos son totalmente aplicables arquitectónicamente y específicamente en un edificio de salud que necesariamente requiere transformarse desde su concepción para con ello lograr un paso adelante en su propia vida útil.

---

<sup>14</sup> Página online, **Sustentabilidad de ideal a realidad**, Goethe institut,2013, <http://www.goethe.de/ges/umw/dos/nac/den/es3106180.htm>

# Sustentabilidad

# 2



# Sustentabilidad.

La sustentabilidad en arquitectura la definimos como la forma racional y responsable de crear espacios habitables para el ser humano, bajo las premisas del ahorro de los recursos naturales, financieros y humanos, involucrando factores como: sociedad, medio ambiente y economía, para lo cual debe cubrir también los requerimientos de habitabilidad del presente y del futuro.

No debemos confundir, por un lado, a la arquitectura verde o ecológica que sólo resuelve de manera parcial los problemas del enfoque sustentable, con la arquitectura sustentable integral, la cual tiene como objetivo solucionar o reducir de manera parcial, completa y global el problema de los impactos ambientales generados por la actividad arquitectónica.<sup>15</sup>

## *2.1 .EL PAPEL DE LA SUSTENTABILIDAD DENTRO DE LA SALUD.*

Desde la perspectiva de la sustentabilidad, el objetivo del trabajo es identificar medidas que surjan como necesarias para impulsar la innovación en la gestión de la salud a través de la implementación de programas que favorezcan la prevención mediante la optimización del uso de recursos, la consideración de las cuestiones sociales y el cuidado del ambiente en general.

## *2.2 EL AMBIENTE.*

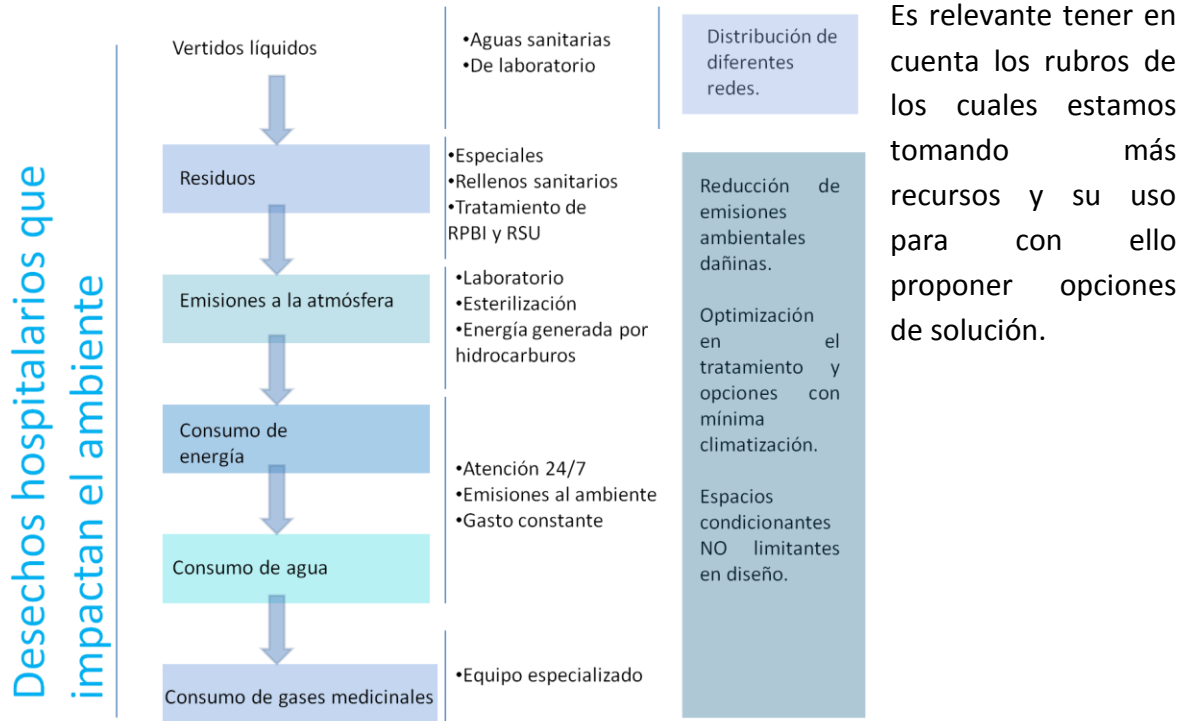
Se entiende como todo lo que rodea a un ser vivo y condiciona su forma de vivir, pero también podemos decir que se trata de un sistema, el cual está formado por elementos de origen natural y artificial. Se compone de una serie de factores físicos como el clima, biológicos que son representados por cualquier forma de vida, ya sea animal o vegetal, y finalmente factores económicos y sociales, entre los que se encuentra la urbanización.

---

<sup>15</sup> Documento de Acta Universitaria ,**El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y la edificación en México**, escrito por Silverio Hernández Moreno, pág .20 Vol. 18 no. 2 Mayo-Agosto 2008, UNAM, México .

### 2.3 ASPECTOS AMBIENTALES INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO.

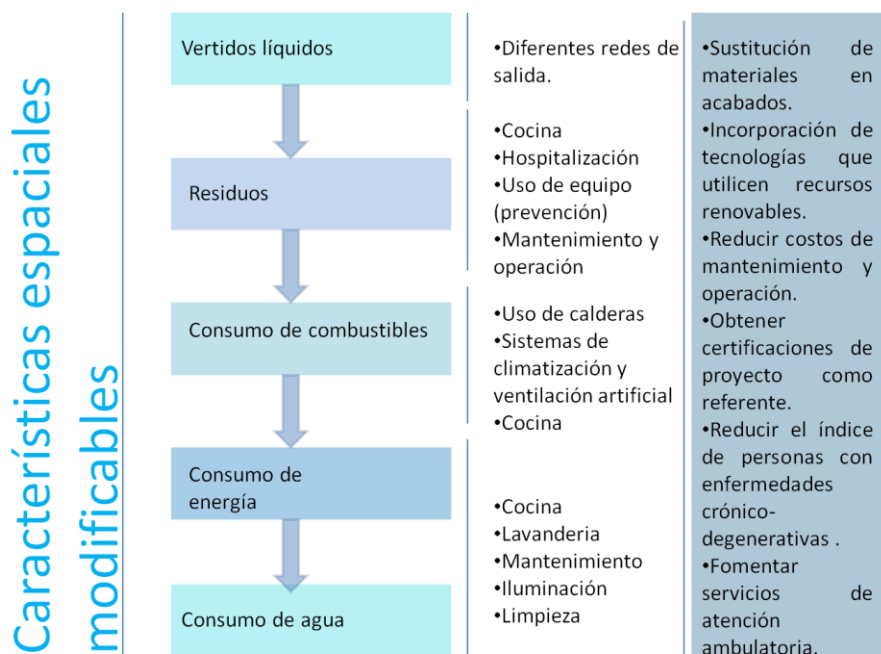
Dentro del siguiente esquema, parto de los elementos esenciales a combatir como situaciones preocupantes ambientales:



2.6. Esquema de elaboración propia.

### 2.4 APLICACIONES ESPACIALES DE DISEÑO, COMO PARTE DEL EDIFICIO.

De igual manera, en el siguiente esquema se hace referencia a las afectaciones espaciales que se verán afectadas por los componentes de mantenimiento y operación descritos:



2.7. Esquema de elaboración propia.



## 2.5 DISEÑO FLEXIBLE EN LOS EDIFICIOS DE SALUD.

Es por ello que se necesita de un diseño modular, en donde se atiende a los siguientes conceptos:

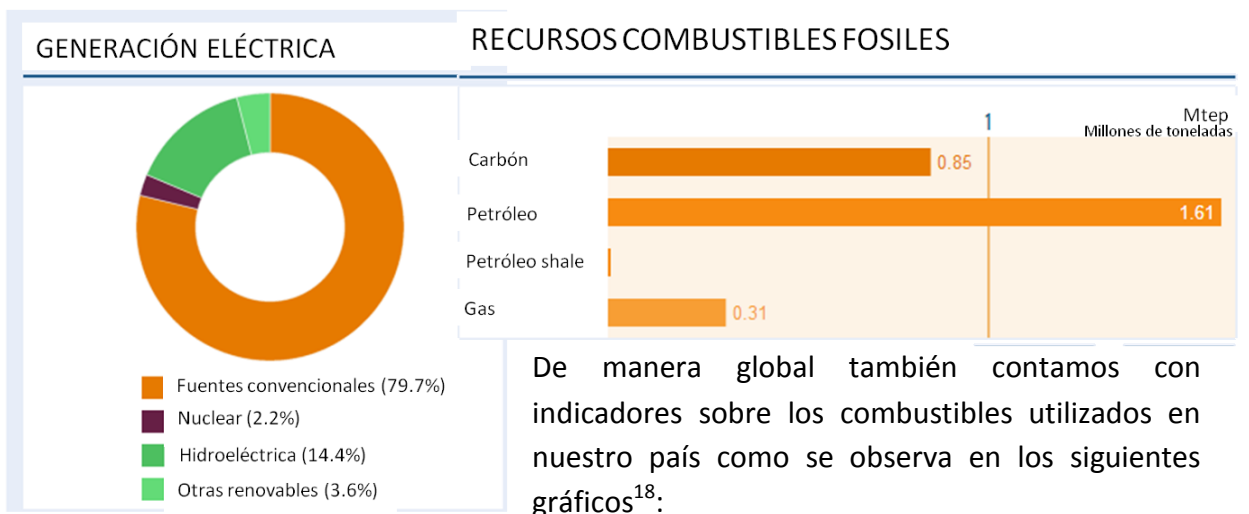
DISEÑO FLEXIBLE DE EDIFICIOS DE SALUD		
PROCESO	CARACTERÍSTICA DINÁMICA O FLEXIBLE	ACCIÓN REQUERIDA
REQUERIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN	Capacidad de integrar futuras ampliaciones. Espacios planeados para "crecer".	Requiere de un modelo económico de inversión.
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	Criterios de costos eficientes y técnicos. Personal capacitado en instalación de tecnologías sustentables.	Incorporación de nuevas técnicas en la implementación de materiales, equipos y nuevos espacios requeridos.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Plataformas sustentables. Transformación de las técnicas quirúrgicas y hospitalarias.	Políticas de operación establecidas. Medición constante de resultados y la flexibilidad de establecer nuevos criterios en base a costos y arquitectura del inmueble así como modificaciones de operación dentro del mismo que le permitan crecer.

2.8 Tabla modificada y adaptada de, *Healthcare Facility Design for Flexibility*, National Institute Of Building Sciences, Washington D.C. 2005, [http://skendall.iweb.bsu.edu/downloads/healthcare/NIBS\\_DoD%20FINAL%20REPORT\\_07.30.2012.pdf](http://skendall.iweb.bsu.edu/downloads/healthcare/NIBS_DoD%20FINAL%20REPORT_07.30.2012.pdf)

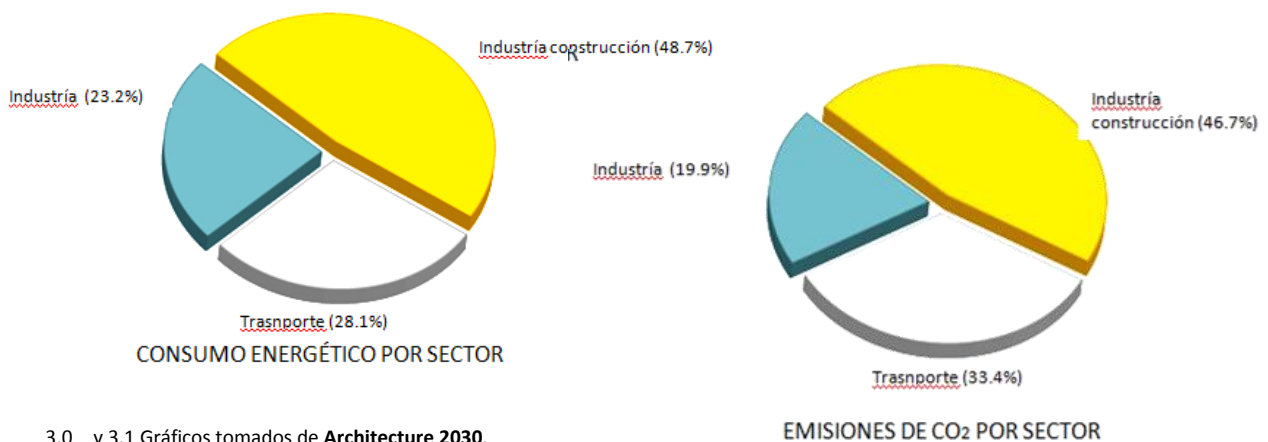
Es mediante la adopción del concepto de un diseño flexible que se puede implementar este sistema en diferentes niveles de atención para satisfacer las necesidades particulares, sin dejar de ser un todo incluyente.

## 2.6 EL IMPACTO AMBIENTAL ACTUAL DE LOS EDIFICIOS DE SALUD A NIVEL GLOBAL.

En la actualidad, una gran cantidad de problemas de salud ambiental se relacionan con los edificios construidos y el medio artificial dentro del cual nos encontramos inmersos, esto trae como consecuencia con su expansión una mayor demanda en gasto de recursos. Las actividades relacionadas con la construcción son responsables de hasta un 46.7% de las emisiones de dióxido de carbono en todo el mundo.<sup>16</sup> Se estima que cuando estas actividades involucran el transporte de materiales, dan una cifra superior al 49%. La construcción de edificios consumen el 40% del total de piedra bruta, grava y acero que se genera, así como el 25% de la madera virgen de todo el mundo, esto de acuerdo a datos del Programa de las Naciones Unidas por el Ambiente (PNUMA)<sup>17</sup>.



2.9 Gráficos tomados de **World Energy Council**, <http://www.worldenergy.org/data/efficiency>.



3.0 y 3.1 Gráficos tomados de **Architecture 2030**.

<sup>16</sup> **Architecture 2030 Will Change the Way You Look at Buildings**, Architecture 2030, Santa Fe; Nuevo México, [http://architecture2030.org/the\\_problem/buildings\\_problem\\_why](http://architecture2030.org/the_problem/buildings_problem_why)

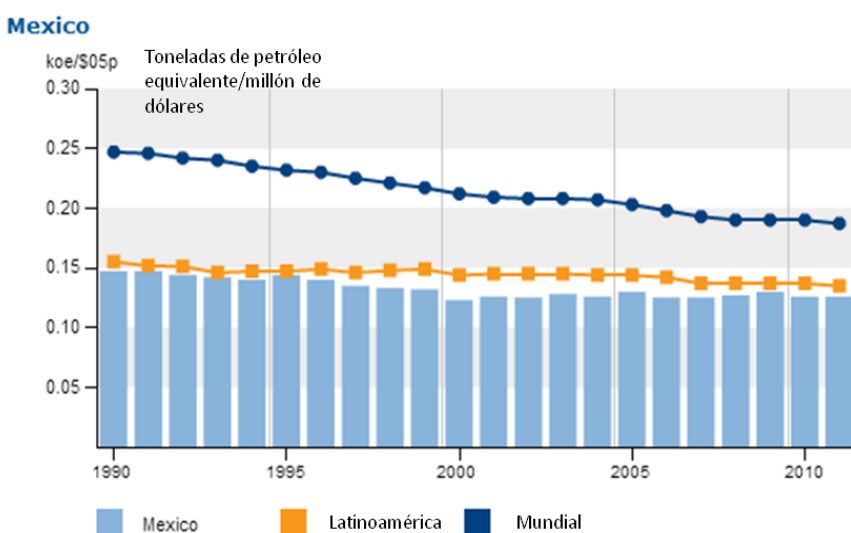
<sup>17</sup> **Programa de las Naciones Unidas por el Ambiente PNUMA**, Panamá, <http://www.pnuma.org/>

<sup>18</sup> **Sustainability index: Mexico**, World Energy Council, USA, 2013, <http://www.worldenergy.org/data/sustainability-index/country/mexico>, <http://www.worldenergy.org/data/efficiency-indicators/>

De manera que si la industria de la construcción es altamente contaminante a esto se suma el sector de la salud que sin embargo, tiene la posibilidad de inducir a la industria de la construcción a desarrollar productos y sistemas más seguros, verdes y saludables.

Entre los conceptos básicos sobre el impacto de los edificios de salud en el ambiental se encuentran el que es uno de los edificios más complejos en funciones, flujos y requerimientos, son de operación continua (24 hrs, 365 días en las unidades de urgencia dentro del sector de salud pública), requieren de sistemas electromecánicos seguros y constantes, demandan alto consumo energético y de agua, generan alta producción de residuos sólidos urbanos (R.S.U.) y residuos peligrosos (R.P.B.I.).

Por lo que ,su gran impacto sobre el medio ambiente y la salud originó la creación y adopción de una amplia variedad de herramientas y recursos para el concepto de los *hospitales verdes* dentro del sector de la salud en dónde existen parámetros para la construcción de instalaciones de salud dados por los siguientes sistemas de certificación: LEED para el sector de la salud (LEED for Healthcare<sup>19</sup>), Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos, Estrella Verde para el sector de la salud (Green Star for Health) de Australia, Estidama (sustentabilidad ,en árabe) de los Emiratos Árabes Unidos, BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method), o Método de Evaluación Medioambiental de la Entidad de Investigación para el Sector de la Construcción) y NEAT, del Reino Unido. Todas estas herramientas comparten un mismo concepto: *los principios para la construcción de edificios verdes* en donde es relevante el uso de la tierra y el emplazamiento, el consumo de agua y energía, las prácticas para la



obtención de materiales de construcción y la calidad medioambiental de los espacios internos.<sup>20</sup>

Las investigaciones también sugieren que existe una relación directa entre el entorno

3.2 Gráficos tomados de **World Energy Council**, <http://www.worldenergy.org/data/efficiency>.

<sup>19</sup> **LEED for Healthcare**, 2013 ,U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/leed/rating-systems/healthcare> (Anexo 2)

<sup>20</sup> Red global de hospitales verdes y saludables, **Agenda global para hospitales verdes**, Argentina, <http://hospitalesporlasaludambiental.net/>

construido y la respuesta terapéutica; el diseño de un hospital puede influir de manera positiva en la salud del paciente así como también en el desempeño y la satisfacción de los profesionales que lo atienden.

No debemos dejar de lado que el costo de este tipo de edificaciones debe ser visto como un costo total, ya que aunque requiere una diferente suma de dinero para su implementación, se verá redituado mediante el uso de esta serie de tecnologías sustentables, además de que los edificios ya existentes pueden reacondicionarse a manera de incorporar dichas tecnologías.

## *2.7 ANTECEDENTES: ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS: MODELOS EXTRANJEROS.*

Los aportes de los programas desarrollados en los Estados Unidos de Norteamérica, en el Reino Unido y en Canadá han sido un antecedente importante para conformar las variables incorporadas en el análisis efectuado.<sup>21</sup>

Me refiero específicamente a la evaluación energética, a la evaluación de residuos y de efluentes (depuración de sustancias líquidas como el agua).

Existen en el mundo lineamientos que impulsan a las organizaciones de salud a tener un mejor desempeño frente a las cuestiones ambientales, ejemplo de ello son la Guía Verde para el cuidado de la salud de los Estados Unidos, los lineamientos canadienses y las múltiples iniciativas realizadas en el Reino Unido.

Es debido a esto que en la siguiente tabla se hace referencia a unidades médicas con implementaciones eco tecnológicas y los lineamientos de certificación existente:

---

<sup>21</sup> Red global de hospitales verdes y saludables, **Agenda global para hospitales verdes**, Argentina, <http://hospitalesporlasaludambiental.net/>

IMPLEMENTACIONES INTERNACIONALES EN LOS EDIFICIOS DE SALUD			
PAÍS	ESPAÑA		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Hospital de San Pedro de Logroño	EN PROCESO: desarrollan un tipo de energía que minimiza el impacto ambiental creando nuevas tecnologías.ENERGÍA GEOTÉRMICA: Aprovecha la temperatura del piso o suelo, evitando el enfriamiento del edificio y para el ACS.	REDUCCIÓN de emisiones contaminantes al medio ambiente.	Generación termosolar excedente del 60%.Lider internacional en producción de energía termosolar (1024 MW)con el 70%.Precios en tecnología solar han bajado hasta un 80%.En 2012 se construyeron un 60% más de hospitales con el modelo PPP
Hospital de La Paz, Madrid. (1984)		REDUCCIÓN del CO2 en un 7% con 9200 TONS en 2011 con un AHORRO de 4000 euros al año en energía.	
Hospital Virgen del Rocio ,Sevilla.(1955)	ENERGÍA: En una superficie de 1440 m2 con 630 colectores solares que cubren el gasto de ACS y proporcionan 1176 MW anuales,con una emisión de 300 TONS de CO2.	AHORRO de 17000 m3 de gas.	<b>MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN</b>
Trigeneración de Campofrío ,Burgos (1996)	ENERGÍA:Opera las 24 horas del día todos los días del año, disponiendo de 10 motores a gas tipo "Guascor FGLD 480" con una potencia total instalada de 6,6 MW,generada por 10 alternadores de 800 KVA cada uno a una tensión de 660 V,alternadores en paralelo con la compañía eléctrica para exportar excedentes.ENERGÍA TÉRMICA:el vapor necesario para el proceso es suministrado por dos calderas de recuperación del calor de los gases de escape de los motores, capaces de producir 5.600 kg/hora.ACS: (70°C) necesaria en el proceso se obtiene utilizando el agua caliente procedente del circuito de refrigeración de los motores. Parte de este agua se utiliza para convertirla en agua fría a 7º C, mediante una máquina de absorción de bromuro de litio, sin prácticamente consumo de energía eléctrica.	AHORRO de 17000 m3 de gas.	Greenbuilding Council.Plan de Eficiencia Energética y Gestión Medioambiental, BREEAM-ES.

PAÍS	REINO UNIDO		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Hospital Antrim Area	ENERGÍA: Instalación de la turbina eólica más grande, genera 1.2 millones de unidades anuales cubriendo el consumo de 2/3 del día y la noche completa.	AHORRO de 90000 euros al año en energía.	Los edificios generan un 46% de emisiones de CO2 al ambiente, provocando un gasto de 17-60 millones de euros al
Hospital Bronllys, Gales	ENERGÍA: Primero con celdas solares ubicadas en su techo cubriendo el 5% de su demanda .	REDUCCIÓN de 19.5 TONS.de CO2 y contaminación.	<b>MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN</b>
Mittal's children Medical Center, Great Ormond Street Hospital (2009)	Proyecto más sustentable proyectado, dividido en cuatro fases (actualmente la primera en funcionamiento) se espera concretar en 2025 con un gasto de 321 millones de euros. PRODUCCIÓN de 99 KG anuales de CO2. CLIMATIZACIÓN: Sistema de ventilación en verano y hermética en invierno por medio de una chimenea solar así como una fachada cristalizada. Uso de biocombustibles y un sistema híbrido que permite el uso del gas de ser necesario. Cuenta con un techo verde y jardines interiores. Acabados con bajos VOC (compuestos volátiles) para obtener calidad en el aire interior. EN PROCESO el uso de gas metano, atiende un promedio de 20000 pacientes por año. ACS por medio de energía geotérmica. USO de paneles solares, sótanos y un boiler de biomasa, recuperación de AP.	REDUCCIÓN de emisiones de CO2 al año de 20000 TONS.	Greenbuilding Council. Certificación NEAT, BREEAM, SpEAR, BFF, CEEQUAL, Envirowise Indicator.

PAÍS	ALEMANIA		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN
Ethianum, Heidelberg.	ENERGÍA GEOTÉRMICA: Para acondicionamiento de los espacios en cuanto a ventilación y aire acondicionado. Reciclaje. NO es productor de emisiones de carbono. ENERGÍA SOLAR.	AHORRO del 50% en energía.	
DATOS RELEVANTES			
<p>ENERGÍA NUCLEAR SE DEJO DE USAR hace dos años (representaba el 25%). Los hospitales generan 4 millones de TONS de CO2 anualmente y consumen 26000 kWh y al año 17 millones de MWh en el país. País líder en ENERGÍA EÓLICA con 20622 MW en 2007, 1/3 de la energía mundial se produce aquí. Europa aporta el 75% de la energía eólica producida mundialmente. Se ha modernizado vendiendo los sistemas ya obsoletos para ellos. Primer productor de ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA con 363 MW, en donde la UE tiene un crecimiento anual del 30% y Alemania el 80%.</p>			<p>Institut for technology and management in construction (TMB). Ley de Energías Renovables (inicio en el año 2000) en donde el sobrante de energía se vende a la red pública por medio de tarifas establecidas provenientes de centrales eólicas, solares, geotérmicas, microhidroeléctricas, biomasa y biogás por lo que los precios de adquisición disminuyeron. METAS: Identificar y reducir contaminación, reducción de costos de energía, agua y residuos. Limitar residuos volátiles, reducir costos de operación. DGNB Certificate.</p>

PAÍS	ESTADOS UNIDOS		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Hospital Gundersen, Wisconsin (1995)	ENERGÍA BIOGÁS: Obtenida del relleno sanitario en el consumo de sistemas de calefacción, filtración del aire y aparatos conectados. Cuenta con dos sistemas, uno para uso propio y otro de abastecimiento a los habitantes aledaños. ENERGÍA EÓLICA: cuenta con un pequeño parque. Se pretende recuperar la inversión en un lapso de 6 1/2 años.	REDUCCIÓN de emisiones contaminantes al medio ambiente.	Proyecto Palen en conjunto con Albengoa (empresas españolas) para generar 500 MW de ENERGÍA SOLAR así como dos complejos más. Se pretenden más proyectos en el área suroeste del país y Colorado. Los precios de estas tecnologías han bajado un 50%, el freno de crecimiento es la investigación en desarrollo. ENERGÍA SOLAR, la Planta Solar termoeléctrica de Nevada Solar One es una de las mayores del mundo. PARQUE EÓLICO en Red Hills es el primero en EUA en ser validado por VCS. Se generan 546 millones m <sup>3</sup> de TONS de CO <sub>2</sub> y se pretende reducir el 20% para AHORRAR billones de dólares.
The Patrick H. Dollar Discovery Healthcare Center	2004 en una superficie de 350 acres, tiene una granja. ENERGÍA SOLAR: ACS, sistema de calentamiento radial ayudando a climatizar. Captación de AP para emergencias y uso propio, los excesos de captación van hacia la granja.	REDUCCIÓN del 60% de energía utilizada.	<b>MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN</b>
Hospital Laguna Honda, San Fco. (1998)	Atención a 720 pacientes en una superficie de 650000 FT <sup>2</sup> .	REDUCCIÓN del 38% del uso de energía.	EIA (US Energy Information Administration). Sustainable's hospital project es una iniciativa universitaria para recabar datos de las políticas y medidas que han tomado los hospitales así como recomendaciones para que se vuelvan más "verdes". LEED US, Green Globes, PLACES, SCALDS.



PAÍS	CHILE		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Hospital de Ñuble	EN PROCESO: Se espera entregar en verano de 2014 y contará con elementos de conservación energética, manejo de temperaturas interiores reguladas, tratamiento de fachadas a través de puentes térmicos. Contará con una superficie de 70000 m2 con un costo de \$80000000 y 523 camas (113 agudas, 76 críticas, 274 básicas).	REDUCCIÓN de 1/3 de gastos de operación.	En promedio se gastan alrededor de \$1000 millones de pesos en un hospital de tercer nivel. Más del 90% de los hospitales están trabajando en un intercambio de medios digitales para la sustitución del mercurio.
Hospital de Andacollo, Coquimbo	Con un costo de \$110 millones de pesos, tiene ACS por medio de ENERGÍA SOLAR de colectores solares que se conectan a radiadores solares y murales.	REDUCCIÓN en costos de energía.	
Centro Clínico Manquehue de Oriente de Clínica Alemana	EN PROCESO: Contará con patios interiores y un diseño modular con la utilización de acero y cristal principalmente en una superficie de 35458 m2, fachadas con parasoles integrados CRITERIOS BIOCLIMATICOS.		<b>MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN</b>
Hospital de Calama	Se utilizaron paneles de poliuretano Metecno para obtener confort interior y la disminución en el consumo de energía, por ser aislante. De igual manera, cuenta con el sistema de fachada ventilada en donde un aislante térmico controla la liberación de calor interno y su absorción desde el exterior. EN PROCESO: instalación de plantas de tratamiento de agua y tecnología denominada antisísmica para evitar pérdidas.	REDUCCIÓN del consumo de energía un 45% y 45% de CO2 mediante el uso de biomasa, se incorporaron sistemas de calefacción y ventilación.	Parte de la Agenda Verde de Salud Sin Daño.
Hospital Clínico de la Salud	ENERGÍA SOLAR: en un prototipo de 800 m2 de colectores solares en techos para abastecer 30000 ACS.		

PAÍS	ARGENTINA		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Hospital de Susques (2009)	Aplicación de un Muro Colector Acumulador (MCA) se eligió una piedra de muy alta conductividad térmica, conocida como cuarcita, seleccionada luego de evaluar las propiedades térmicas. En las paredes exteriores sobre las orientaciones este, sur y oeste, se construyeron muros dobles de piedra cuarcita hacia el exterior y ladrillo cerámico hueco hacia el interior, separados con poliestireno para lograr disminuir la pérdida de calor. Los techos, contruidos fueron aislados térmicamente con lana de vidrio de 0.10 m de espesor por el lado interno al edificio.	REDUCCIÓN de pérdida de calor al poseer muros radiantes.	<p><i>MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN</i></p> <p>Parte de la Agenda Verde de Salud Sin Daño.</p>
PAÍS	HOLANDA		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
Cogeneración para el reemplazo de Calderas, Arnhem (1996)	COGENERACIÓN: NUON decidió reemplazar tres sistemas de calefacción que abastecían a 684 viviendas. La planta de energía eléctrica se construyó entre los bloques de viviendas sobre el trazado de la ciudad. La potencia es de 295 kW, con una capacidad térmica de 512 kW, mientras que la caldera de gas genera una potencia de 1.300 kW; costo 900.000 €, lo que supone, aproximadamente, 15.400 €/kWe.	REDUCCIÓN de consumo de 300.000 m <sup>3</sup> de gas natural anual. Las dos unidades funcionan poco más de 3.500 horas al año, principalmente durante el invierno y durante el día, lo cual conlleva una producción anual de electricidad de 2.100.000 kWh y una DISMINUCIÓN de 500 tons. de CO <sub>2</sub> en energía primaria y 800 kg de NO <sub>x</sub> .	

PAÍS	MÉXICO D.F.		
HOSPITALES REPRESENTATIVOS	TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	AHORRO ECONÓMICO	DATOS RELEVANTES
H.G.R. 251 Metepec, Edo. De México	Colectores solares para el calentamiento de agua, PTAR de sistema tipo microplanta (anaerobio, anóxico y aerobio), distribución e incorporación en el diseño con la captación de A.P.	REDUCCIÓN de la generación de CO2	En el Área Metropolitana es el primer hospital con incorporación de eco tecnologías.
			MODELOS DE CERTIFICACIÓN Y/O EVALUACIÓN
			SICES (en proceso), LEED Mexico.

3.3 Tabla de elaboración propia tomando en cuenta portales oficiales de los hospitales, APPLEBY, Paul, *Integrated sustainable design of buildings*, Ed. Earthscan, Inglaterra, 2011.

Es por medio de estos datos que podemos obtener un panorama más amplio sobre lo que buscan países muy diferentes entre sí, pero que obedecen a criterios en conjunto como lo son el mejorar la calidad del ambiente dentro de sus edificios y en su entorno para lograr con ello una reducción en costos y una mejora en mantenimiento y operación de los mismos.

Por lo que, el camino para México se puede guiar por medio de lo que ha tenido éxito en este tipo de implementaciones no sin dejar de lado las necesidades particulares de nuestro país que necesitan una pronta solución.

Considero que sería recomendable que sigamos el camino de naciones como Alemania que se ha colocado como líder mundial por explotar el recurso más poderoso que tienen (eólico y fotovoltaico) convirtiéndolo en parte de su vida. Determinando que nuestro país tiene muchas tecnologías a explotar pero la que más destaca es la de la industria solar (fotovoltaica, termosolar, etc).

A pesar de que México no cuenta con lineamientos propios de certificación y evaluación tan puntuales como los que han creado estas naciones, sí ha sido posible que los proyectos nacionales se integren a estos estándares, lo cual nuevamente nos demuestra que es cuestión de que seamos conscientes de que podemos hacer cosas que transformen la manera en la que vivimos y podrían llegar a ser de gran impacto en un género tan complejo como lo son las unidades médicas.

## 2.8 ¿QUÉ PAPEL JUEGA LA ARQUITECTURA?

Ahora bien tomando como base los esquemas antes expuestos <sup>22</sup>es notable la diferencia de especialización, pero no por ello de funcionamiento y flujo de actividades en donde la importancia o núcleo central rector de las mismas no deja de ser el área del Quirófano y es por ello que al ser un área que necesita de requerimientos como:

- a) Asepsia constante y esterilización;
- b) Infraestructura eléctrica adecuada, siempre en funcionamiento, utilización imprescindible de luz de emergencia y al menos una lámpara de cirugía con pilas;
- c) Ventilación y climatización;
- d) Toma de agua corriente y medidas contra incendio;
- e) Diseño arquitectónico con uso de materiales que no permitan acumulación de polvo ni de otros agentes patógenos;
- f) Conexión arquitectónica entre espacios (hospitalización, terapia intensiva, tococirugía, C.E.Y.E., etc.).

De manera que todos los requerimientos de este espacio serán determinantes en la medida que se toman soluciones sustentables para lograr un hospital que responda a la problemática planteada tomándolo como eje rector, sin dejar de lado la ubicación y por tanto condiciones climatológicas y de asoleamiento en cada región tal como se mostro en dichos análogos.

### 2.8.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO SUSTENTABLE.

Resulta importante que tengamos claros cuales serán los elementos que regirán el cómo iniciamos el diseño de una manera responsable en todos los sentidos, se proponen las siguientes consideraciones a tomar en cuenta:

- a) Respetar las condiciones y características del paisaje y del contexto en el proceso de creación del edificio, desde su concepto hasta su construcción y sistemas de operación y mantenimiento.
- b) Tomar en cuenta el ciclo de vida de los edificios como auxiliar en el proceso de diseño.
- c) Tomar en cuenta todas las características físicas del lugar como son clima, viento, suelo y agua para hacer un proyecto acorde y con ventajas en el confort térmico, acústico, aspectos visuales, consumos de energía y agua, etc.
- d) Respetar los requerimientos arquitectónicos básicos como programas o partidas arquitectónicas, superficies mínimas, volúmenes, texturas, colores, etc., en relación con los requerimientos de tipo sustentable.

---

<sup>22</sup> ALVAREZ Ordoñez, Joaquin Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo I y II: Funcionamiento de unidades médicas, consulta externa, hospitalización, medicina física y rehabilitación**, Ed. Suara S.A. de C.V., México ,julio 1994.

- e) En el diseño del proyecto sustentable se deben integrar los seis elementos principales del manejo de recursos en edificación que son:
- manejo del sitio,
  - manejo de la energía del edificio,
  - manejo de la calidad del interior del edificio,
  - manejo del agua en los edificios,
  - manejo de los materiales y
  - manejo de los residuos (desechos y desperdicios) generados en el proceso y en todo el ciclo de vida de los edificios, que incluye también el ciclo de vida de los materiales.
- f) Respetar y seguir las normas existentes que regulan la calidad de los edificios<sup>23</sup>, y aunque en México y en muchos otros países aún no existen normas y legislación completas acerca de la edificación sustentable, es nuestro papel como arquitectos contar con propuestas de integración.

## 2.9 CONCLUSIONES PREVIAS.

Los edificios y ciudades deben ser diseñados y planeados bajo un modelo sustentable de desarrollo, el cual ha sido adoptado por numerosos países alrededor del mundo, incluyendo México.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) del gobierno de México marca como eje de desarrollo el de tipo sustentable, para que ahora en adelante se adopte para el progreso del país (SEMARNAT, 2001). En arquitectura y urbanismo, este Plan contempla el manejo apropiado de los recursos naturales en proyectos y edificación, aunque en México no se ha legislado por completo acerca de la sustentabilidad en arquitectura y urbanismo, sí han habido indicios aislados en el intento de mejorar el aprovechamiento de los recursos materiales, de energía, agua y manejo de desechos y residuos productos de la operación y funcionamiento de los edificios (SEMARNAT, 2005), pero aún no son suficientes para regular y normar una legislación integrada con ese fin específico.

Además no debemos dejar de lado que el Diseño Sustentable se relaciona estrechamente con el manejo del Ciclo de Vida de los Edificios, ya que en cada etapa del proceso de creación del Diseño, se encuentra una o varias fases del ciclo de vida de los edificios; por lo que es importante al momento de diseñar un edificio o cualquier proyecto de arquitectura, realizar un Plan de diseño sustentable detallado que ayude a ejecutar las actividades correspondientes al diseño y construcción del edificio de la mejor forma, para que este cause el menor impacto al ambiente.

---

<sup>23</sup> Documento de Acta Universitaria **„El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y la edificación en México**, escrito por Silverio Hernández Moreno, págs..18-.21 Vol. 18 no. 2 Mayo-Agosto 2008,UNAM,México .

# 3 Agua



### *3.1 CUIDADO DEL AGUA PARA SU PRESERVACIÓN, CICLOS DE TRATAMIENTO PARA SU REUTILIZACIÓN.*

Más de 70% del agua que llueve en el país se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el resto escurre por los ríos y arroyos o se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Dentro de la Ciudad de México el agua proviene de tres fuentes: 71% de aguas subterráneas, 26.5% del Río Lerma y Cutzamala y 2.5% del Río Magdalena, de esta forma la principal fuente de abastecimiento la constituyen los mantos acuíferos.<sup>24</sup>

El déficit hidráulico ha inducido a la sobreexplotación de los acuíferos, lo cual es resultado de un mayor volumen de extracción de agua del subsuelo con respecto de la que se infiltra (se recargan cerca de 700 millones de m<sup>3</sup> y se extraen 1,300 millones); lo cual nos lleva de nuevo a los procesos de deforestación, la expansión urbana hacia sitios de recarga de acuíferos y la canalización de las aguas pluviales al drenaje lo cual, solo seguirá empeorando el problema. De manera que ya no es posible concebir un edificio sin el propio tratamiento del agua que contamina para su reutilización dentro del mismo. De acuerdo a la OMS “el 94% de los casos de diarrea son prevenibles a través de intervenciones destinadas a incrementar la disponibilidad de agua limpia y mejorar las condiciones sanitarias y de higiene”.<sup>25</sup>

Esta falta de agua y de infraestructura sanitaria es uno de los principales problemas que afectan directamente a los hospitales y a los sistemas de salud, ya sea porque se sobrecargan o carecen de una infraestructura bien establecida, problema que como tal afecta a la ciudad en sí.

Dentro del sector de salud, el consumo de esta es importante ya que por ejemplo en Estados Unidos, hasta el 70% del consumo hospitalario de agua se destina a procesos que van desde los relacionados con equipos mecánicos hasta el transporte de aguas servidas; aproximadamente el 30% se utiliza para beber, preparar alimentos, bañarse y lavarse las

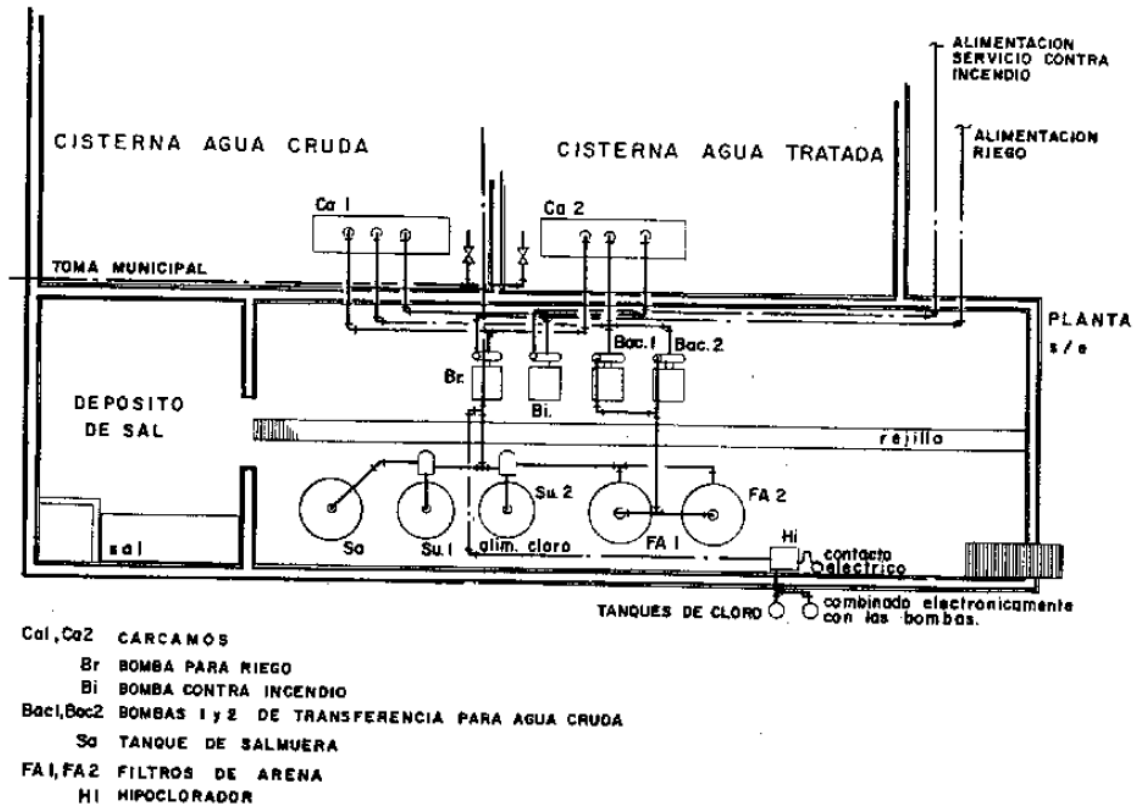
---

<sup>24</sup> Revista online ciencias de la UNAM ,**El agua en la ciudad de México**, Tanni Guerrero, Celeste Rives, Alejandra Rodríguez, [http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=203%3Ael-agua-en-la-ciudad-de-mexico&catid=43&Itemid=48](http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=203%3Ael-agua-en-la-ciudad-de-mexico&catid=43&Itemid=48)

<sup>25</sup> **OMS**, página oficial, [http://new.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mexico-en-cifras&Itemid=310](http://new.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mexico-en-cifras&Itemid=310)

manos. Es difícil obtener datos certeros sobre este consumo ya que en México no se encuentra regulado de una manera más estricta.<sup>26</sup>

Dentro de la normatividad del IMSS, se encuentran esquemas en los que se contempla el uso y planificación de plantas de tratamiento de agua debido a la alta demanda por parte de los hospitales, pero no podemos dejar de largo que necesitan ser detalladas a fondo y tal vez recibir nuevas implementaciones dentro de las cuáles se hable de más opciones a tomar en cuenta dentro de este mismo manual.<sup>27</sup>



3.4 Esquema tomado de Manual de Técnicas de Construcción tomo 3, IMSS, 2004.

### 3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES (DOMÉSTICAS, INDUSTRIALES, PLUVIALES, JABONOSAS, NEGRAS Y BIOLÓGICAS).

El agua pluvial por su origen no debería ser considerada como agua residual, pero debido a su gran carga de contaminantes la contemplaré de ese modo, además de que en México es común que su tratamiento sea en la misma planta de aguas residuales grises o negras al no existir una separación establecida.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Red global de hospitales verdes y saludables, **Agenda global para hospitales verdes**, pág. 21, Argentina, <http://hospitalesporlasaludambiental.net/>

<sup>27</sup> Guías Mecánicas del IMSS e ISSSTE, documentos en pdf, **Anexo 1**.

<sup>28</sup> GÓMEZ Millán, Gerardo, tesis de licenciatura en Ingeniería Química, **Análisis comparativo de dos configuraciones de plantas tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales aplicables a pequeños flujos**, pág 40, 2009, UNAM

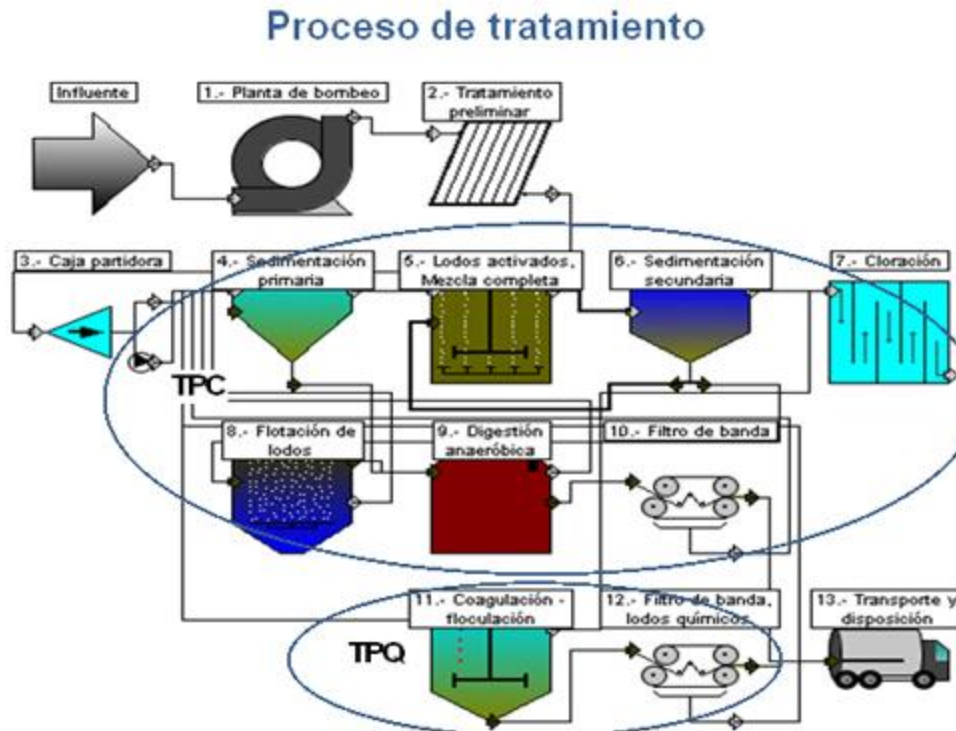


La separación y el entendimiento de los distintos tipos de contaminación y captación del agua nos permite saber qué debemos hacer con ella para lograr el máximo aprovechamiento de este valioso recurso. De manera general se expone a continuación la manera de denominarla por lo que contiene:

- a) *Agua doméstica*: Es la proveniente de residencias, instalaciones comerciales, institucionales o similares. Está compuesta por residuos orgánicos (comida, heces, orina), aguas jabonosas comunes y negras.
- b) *Agua industrial*: Proveniente de industrias durante el proceso de manufacturación, sus componentes varían de acuerdo al tipo de industria.
- c) *Agua pluvial*: Es el agua resultante del escurrimiento superficial de las lluvias o el deshielo de nieve.
- d) *Agua jabonosa o gris*: Es la resultante de los procesos que implican sustancias químicas no tan abrasivas (ej. el agua que contaminamos al bañarnos o lavarnos las manos).
- e) *Agua negra*: Proveniente de los residuos humanos y que puede implicar contagio o enfermedades si se tiene contacto con ella.
- f) *Agua biológica*: Es la resultante de los procesos dentro de los edificios de salud, incluye la presencia de fármacos, sustancias tóxicas, virus y bacterias que requieren un especial cuidado para su manejo. Debido a esto presentan la siguiente problemática por zona:
  - Cocina: Alto contenidos orgánico
  - Lavandería: Con presencia de grasas, detergentes, aromatizantes y patógenos.
  - Laboratorios Clínicos: Materia orgánica, patógenos, elementos químicos (análisis químico, físico, y Biológico)desinfectantes
  - Materia orgánica: fluidos corporales, sangre, orina, materia fecal
  - Desinfectantes, residuos de medicamentos líquidos
  - Rayos X:Líquidos de revelado (en proceso de remoción de las unidades)
  - Medicina Nuclear: residuos de Isótopos con radioactividad
  - Residuos sanitarios: Caudal, su origen, permanencia en el alcantarillado, grado de infiltración.
  - Residuos físicos: Temperatura, color, olor, turbiedad y sólidos ( materia flotante, en suspensión coloidal y en solución)
  - Residuos orgánicos: Proteínas, carbohidratos ,aceites y grasas, detergentes, fenoles, Insecticidas
  - Residuos inorgánicos: Ph, Cloruros, alcalinidad ,nitrógeno, fósforo, azufre
  - Gases emitidos: Oxígeno disuelto, otros.
  - Ambiente: Olores, contaminación de suelos, presencia de gases, contaminación del aire
  - Tuberías: Taponamiento, corrosión

### 3.3 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

Las plantas tratadoras de aguas residuales trabajan con aguas que contienen: materia orgánica, gravilla, residuos químicos, jabones y detergentes, grasas y aceites. Básicamente el ciclo de tratamiento es el siguiente:



3.5. Esquema tomado de SEMARNAT en <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/gto/estudios/2008/11GU2008HD073.pdf>

#### 3.3.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

La selección de los sistemas de tratamiento dependerá de los siguientes factores:

- a) Características del agua residual: cantidad de DBO, DBQ, materia en suspensión, pH y productos tóxicos.
- b) Calidad del efluente de salida requerido.
- c) Costo y disponibilidad de extensión territorial ya que hay sistemas que requieren mayor espacio.

- d) Consideración de las futuras ampliaciones (contemplando un diseño modular) o previsión de límites de calidad más estrictos del efluente, que necesiten el diseño de sistemas de tratamiento más sofisticados en el futuro.<sup>29</sup>

Ahora bien, el número de procesos dependerá del factor antes expuesto denominado la calidad del efluente requerido y se contemplan los siguientes:

Sistemas de tratamiento:

- a) Primarios : Se encargan de ajustar el ph y remover materiales orgánicos y/o inorgánicos en suspensión con tamaño igual o mayor a 0.1 mm;
- b) Secundarios: Se encargan de remover materiales orgánicos coloidales y disueltos. Para cada tipo de reactor biológico podemos encontrar una variedad de dispositivos utilizados para el tratamiento secundario de las aguas residuales<sup>30</sup>:
- Sistemas de cultivos suspendidos: Lodos activados<sup>31</sup>, microplantas de tratamiento<sup>32</sup>, Muros biológicos<sup>33</sup>.
  - Sistemas de cultivos adheridos: Filtros percoladores; Biotorres; Biodiscos.<sup>34</sup>
  - Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.<sup>35</sup>
- c) Terciarios: Se encargan de remover materiales disueltos que incluyen gases, sustancias orgánicas naturales y sintéticas, iones, bacterias y virus.<sup>36</sup>

<sup>29</sup> GÓMEZ Millán, Gerardo, tesis de licenciatura en Ingeniería Química, **Análisis comparativo de dos configuraciones de plantas tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales aplicables a pequeños flujos**, pág 44, 2009, UNAM, [http://132.248.9.195/ptd2009/agosto/0646882/0646882\\_A1.pdf#search=%22gerardo gomez millan%22](http://132.248.9.195/ptd2009/agosto/0646882/0646882_A1.pdf#search=%22gerardo gomez millan%22)

<sup>30</sup> OSNAYA, Ruiz Maricarmen , tesis de licenciatura, **Propuesta de diseño de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad de la Sierra Juárez**, pág 28, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, febrero 2012, <http://www.unsij.edu.mx/tesis/digitales/6.%20MARICARMEN%20OSNAYA%20RUIZ.pdf>

<sup>31</sup> SEDENA, **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**, última actualización el día 19 Marzo 2013 a las 14:04 hrs., <http://www.sedena.gob.mx/index.php/proteccion-al-medio-ambiente/plantas-tratadoras>

<sup>32</sup> CORTÉS Romero, Rodolfo. , tesis en proceso de licenciatura en Ingeniería Química, **Evaluación técnico y económica del reuso en sanitarios del agua tratada en dos configuraciones de planta tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales**, pág 44, Fac. de Química, UNAM , 2012.

<sup>33</sup> MORA Villalobos, Miguel Santos Arq., tesis de maestría, **Lineamientos hacia una sustentabilidad del agua en edificios para la salud**, Fac. de Arquitectura, UNAM, pág. 139, 2010, [http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102\\_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22](http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22)

<sup>34</sup> Scribd, Capítulo 3: **Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Betulia** (Santander), <http://es.scribd.com/doc/50313689/12/FILTRO-PERCOLADOR-AEROBIO>

<sup>35</sup> Presentación, **Balance hidráulico: Sistema de Captación de Agua de Lluvia, Desinfección solar**, Gaceta PUMAGUA, diciembre 2010.

Consecuencias de la ausencia de tratamiento:

Una fuerte problemática es la descarga hacia el ambiente de antibióticos y bacterias resistentes a antibióticos en donde se podrían concentrar focos rojos de atención a la salud de una comunidad específica propagando virus contaminantes que fácilmente podrían salir de control.

Además de que en México solo se trata el 42.6% (septiembre 2010) del agua que se recibe, lo cual hace delicado el marco dentro del cual deben ser instauradas estas plantas de tratamiento.<sup>37</sup>

A continuación se presenta una tabla descriptiva sobre los procesos de tratamiento disponibles:

---

<sup>36</sup> Documento pdf, **Fundamentos del tratamiento biológico**, Capítulo 2 pág 7, [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/munoz\\_c\\_r/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/munoz_c_r/capitulo2.pdf)

<sup>37</sup> Presentación de CONAGUA, **Experiencias en la instrumentación de acciones de saneamiento: Situación actual y principales proyectos de infraestructura en México**, octubre 2010, <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/CONAGUA.pdf>.

TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (P.T.A.R.)

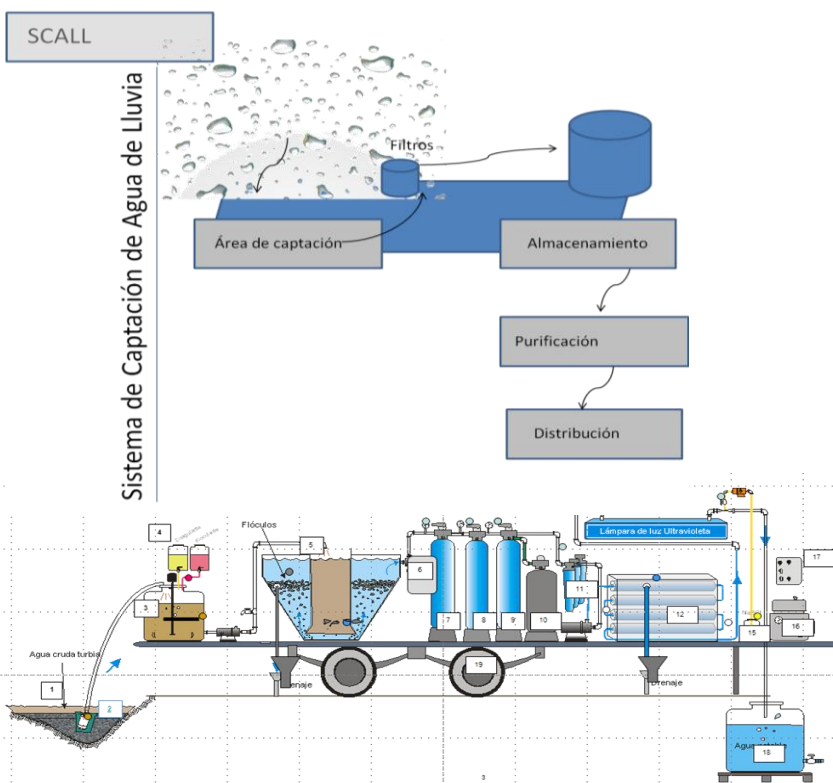

	BIOTORRES	BIODISCOS
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	<p><b>Bio- Torres</b></p> <p>Columna de agua</p> <p>Agua residual</p> <p>Aire a presión O<sub>2</sub></p> <p><b>Bio cascada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hecho de Resina termoplástica (polipropileno)</li> <li>• No tóxico</li> <li>• Antibacterial</li> <li>• Alta resistencia a erosión</li> </ul> <p>Sedimentador primario, Bomba, Biotorre, Sedimentador secundario, Efluente, Lodos secundarios, Efluente reciclado, A manejo de lodos</p>	<p><b>Bio- Discos</b></p> <p>Microorganismos</p> <p>Agua residual</p> <p>Oxígeno O<sub>2</sub></p> <p><b>Tratamiento Biológico</b></p> <p>Algarobos en Bio, Discos rotatorios, Sedimentador Secundario, Rotación de Películas, Rotación de Lentes</p> <p>Discos rotatorios</p> <p>Tanque de agua residual</p> <p>Sedimentador primario, Biodiscos, Sedimentador secundario, Efluente, Cl<sub>2</sub></p> <p>Agua cruda, Manejo de lodos</p>
FORMACIÓN DE DESECHOS	Las aguas pasan a través de rejilla además de malla estática de acero inoxidable y se hace una clarificación inicial por gravedad y tratamientos secundarios: se retiran los compuestos disueltos orgánicos a través de Bio-Torres con película fija y un sistema de desinfección y filtrado. Separación de los sólidos secundarios.	Son unidades de película fija con ellos se consiguen elevados rendimientos para la reducción de la DBO por biodegradación de la materia así como para la nitrificación y la desnitrificación. La capa de flora bacteriana, una vez agotado su propio ciclo vital, se separa de forma autónoma de la superficie de los discos bajo forma de floculos de fácil sedimentación.
EDIFICIO	<b>VENTAJAS:</b> Baja producción de lodos. Requieren de poco espacio. Mínimo mantenimiento. <b>DESVENTAJAS:</b> Se necesita un área grande para la colocación de la laguna y por lo tanto del equipo.	<b>VENTAJAS:</b> Consumo Eléctrico alrededor del 20%, Producción de Lodos: es mínimo. Mantenimiento de las instalaciones: Mínimo. Facilidad en la Gestión Técnica de la Planta. <b>DESVENTAJAS:</b> no se dispone de experiencias de operación documentadas, el costo de inversión es grande y es muy sensible a los cambios de temperatura
VENTAJAS Y DESVENTAJAS		
CERCANIA AL EDIFICIO		
MANTENIMIENTO Y DIMENSIONES	Necesita supervisión eventual y el módulo suele ser de 8 x 8 x 12 pies de profundidad.	Un módulo de 3.7 m de diámetro y 7.6 m de longitud contiene aproximadamente 10 000 m <sup>2</sup> de área superficial para el desarrollo de biopelícula. El espacio entre discos planos es de entre 30 y 40 mm; su diseño incluye huecos radiales a intervalos de 15° que se extienden desde la
OLOR	<b>NO produce olor.</b>	Debe contar con un área de liberación de los gases producidos.
EMPRESAS EN MÉXICO	Se diseña en sitio.	Se diseña en sitio.

TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (P.T.A.R.)		
	FILTRO ROCIADOR O PERCOLADOR	MURO BIOLÓGICO
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	<p>Filtro percolador</p> <p>Masa biológica</p> <p>Agua residual</p> <p>Materia orgánica</p> <p>Agua tratada</p> <p>Oxígeno O<sub>2</sub></p> <p>Lecho grave</p> <p>Lecho de piedra</p> <p>Falso piso</p> <p>Espacio vacío para aireación</p> <p>Corte lateral Filtro percolador</p> <p>Llegada de agua</p> <p>Oxigenación y distribución del agua en el filtro</p> <p>Entrada aire</p> <p>Aplicación del agua residual</p> <p>Brazo rotatorio</p> <p>Influyente</p> <p>Lecho de roca</p> <p>Sistema de drenaje</p>	<p>2.44</p> <p>1.22</p> <p>Bioesfera</p> <p>Filtro Pet</p> <p>Recirculación 1.5%</p> <p>2.44</p> <p>1.22</p> <p>Bioesfera</p> <p>Filtro Pet</p> <p>A lodos activados</p> <p>Filtro percolador en funcionamiento</p>
FORMACIÓN DE DESECHOS	<p>Consiste en un lecho formado por un material permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua residual. El medio filtrante consiste generalmente en piedras cuyo tamaño oscila de 0.025 a 0.10 m de diámetro. La profundidad de piedras varían en cada diseño particular, generalmente de 0.9 a 2.4 m con una profundidad media de 1.8 m. Cada filtro posee un sistema de desagüe inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hayan separado del medio. Este sistema de desagüe inferior es importante a través de la cual puede circular el aire.</p>	<p>Une dos tipos de tratamiento: filtros rociadores y lodos activados). Contempla la adaptación e incorporación del sistema dentro del mismo edificio uniéndolo a los muros para un mejor tratamiento que no encarezca la implementación de estos sistemas. Cuenta con una piel de acrílico de 4 mm. para recepción de agua gris o negra, una rejilla para la recuperación de lodos residuales. El prototipo está diseñado para tratar 8000 lts/día. El módulo prototipo es de 0.60 por 2.40 m.</p>
EDIFICIO	<p><b>VENTAJAS:</b> No requiere energía, Eficiencia moderada; Requiere poca área ; Operación sencilla reparto del agua. <b>DESVENTAJAS:</b> Las interfaces biomasa - agua - aire propician que los filtros percoladores sean extremadamente sensibles a las variaciones de temperatura así como las temperaturas relativas del agua residual y del aire también determinan la dirección del flujo de aire a través del medio: El agua fría absorbe calor del aire, y éste al enfriarse cae al fondo del filtro junto con el agua. Por el contrario, el agua tibia calienta el aire provocando que éste se eleve desde el drenaje hacia arriba, a través del medio. Cuando se tienen diferenciales de temperatura menores a aproximadamente 3 a 4</p>	<p><b>VENTAJAS:</b> Se integra dentro del edificio permitiendo el libre diseño de áreas dentro del mismo. <b>DESVENTAJAS:</b> Es un sistema prototipo que necesita ser desarrollado y se deben tener en cuenta factores como la problemáticas entre instalaciones y sismos.</p>
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	<p>EDIFICIO</p> <p>PLANTA</p> <p>AGUA</p> <p>CERCANIA AL EDIFICIO</p>	
MANTENIMIENTO Y DIMENSIONES	<p>El reactor o filtro consta de un recipiente cilíndrico o rectangular con diámetros variables, hasta de 60 m y con profundidades entre 1.50 y 12 m. El medio filtrante, en el caso de la piedra debe tener una profundidad mínima de 0.90 m y máxima de 1.80 m sobre los desagües, excepto cuando los estudios justifiquen una</p>	<p>El módulo prototipo es de 0.60 por 2.40 m, adaptándose a medidas estándar de otros materiales como la tablaroca en un 1.22 mx 2.44 m.</p>
OLOR	<p>Produce olor debido a su disposición en contacto con el aire y atrae insectos.</p>	<p>En prueba.</p>
EMPRESAS EN MÉXICO	<p>Se diseña in situ.</p>	<p>Proyecto de tesis.</p>

**TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (P.T.A.R.)**

	Lodos Activos	MICROPLANTAS DE TRATAMIENTO
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
FORMACIÓN DE DESECHOS	<p>Se usa con el propósito de lograr la reducción de sólidos volátiles en un valor mínimo de 40%, es un bioproceso. Consta de un tanque de concreto, un sistema de aireación mecánica, constituido por un aereador superficial flotante que provee mezcla completa y oxigenación que garantizan la estabilización de la materia orgánica. El aereador es de baja velocidad, de 20 HP y motor TCCV. Consiste de dos partes: tratamiento aerobio de las aguas residuales: un cultivo aeróbico de microorganismos en suspensión oxidan la materia orgánica y el segundo, un conjunto de procesos de biodegradación (oxidación de la materia orgánica disuelta) y biosíntesis (producción de nueva biomasa celular) cuya finalidad es la producción de un clarificado (agua sin</p>	<p>En la 1ª. fase y cámara se recibe toda la materia residual orgánica, y empieza el proceso anaeróbico para degradar de forma acelerada la materia orgánica. El agua y la materia orgánica aun existente pasa a la 2ª. Fase y cámara, donde se concretara la degradación de la materia y desechos orgánicos existentes. En la 3ª. Fase y cámara, al no existir mas materia orgánica, el cobre iónico del quelato de cobre, ataca a las bacterias patógenas que nes mueren, mientras que las bacterias benéficas siendo más tolerantes a los mismos niveles de cobre sobreviven, generando agua residual con nutrientes fertilizantes.</p>
EDIFICIO	<p><b>VENTAJAS:</b> Menores concentraciones de DBO en liquido sobrenadante, pueden requerir menos costos iniciales. El producto final es inoloro. <b>DESVENTAJAS:</b> Mayor costo energético asociado al suministro de oxígeno necesario. Producción de un lodo digerido de pobres características para la deshidratación mecánica. Digestión anaerobia delicada de maniobrar en el proceso.</p>	<p><b>VENTAJAS:</b> Es compacta y por lo tanto no requiere de tantos metros cuadrados en el terreno. <b>DESVENTAJAS:</b> Algunos de los elementos que la componen son costosos (como el uso de las lámparas UV).</p>
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	<p>CERCANIA AL EDIFICIO</p>	
MANTENIMIENTO Y DIMENSIONES	<p>El tamaño de esta planta depende de la concentración de lodos que se generen ya que deben ser almacenados si por alguna causa no pueda disponerse de ellos inmediatamente en el terreno en donde los tiempos de retención varían de 60 días a 20°C, 120 días a 4°C.</p>	<p>Es pequeña y diseñada para flujos menores.</p>
OLOR	<p>Se producen gases con una composición de : 67-70% metano, 25-30% CO2 y pequeñas cantidades de hidrógeno, nitrógeno, sulfuro de hidrógeno y otros gases.</p>	<p><b>NO genera olores por el tratamiento UV.</b></p>
EMPRESAS EN MÉXICO	<p>Con efectos de la tesis se cotizo con EMESA, ESTRUAGUA, pero hay muchas empresas en el mercado. .</p>	<p>Se diseña en sitio.</p>



TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (P.T.A.R.)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	<p style="text-align: center;"><b>SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA ( SCALL )</b></p> 
FORMACIÓN DE DESECHOS	<p>Para el diseño e instalación de los SCALL deben considerarse algunos factores tales como :la precipitación pluvial, es decir, la cantidad, la frecuencia y la distribución geográfica de las lluvias (con ayuda de las Isoyetas); el área de captación; la capacidad de almacenamiento y la demanda de agua.La única variable es la precipitación pluvial, por lo cual las oportunidades de los sistemas son muy altas.el uso del efluente tiene aplicaciones varias: consumo humano, agrícola o ganadero y reinyección de mantos acuíferos.</p>
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	<p><b>VENTAJAS:</b>Reduce los riesgos de inundación.Reduce los costos de bombeo de agua subterránea.<b>DESVENTAJAS:</b> Alto costo inicial.La cantidad del agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.</p>
<p>■ EDIFICIO ■ PLANTA ■ AGUA ■ CERCANIA AL EDIFICIO</p>	
MANTENIMIENTO Y DIMENSIONES	<p>El tamaño de esta planta depende de la concentración y localización de A.P. a tratar.</p>
OLOR	<p><b>NO</b> genera olores a menos que se combine su tratamiento con el de <b>aguas residuales comunes.</b></p>
EMPRESAS EN MÉXICO	<p>Se diseña en sitio.</p>
NOM APLICABLES	<p><b>NOM-001-SEMARNAT-1996.</b>Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.<b>NOM-002-SEMARNAT-1996.</b>Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.<b>NOM-003-SEMARNAT-1997.</b>Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</p>

3.6 Tabla de elaboración propia.



### 3.4 MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR OLORES DE PLANTAS TRATADORAS.

Los olores generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales se deben tratar principalmente para su liberación a la atmósfera. Existen varios métodos para mitigar estos olores como lo son:

- Talladores húmedos. Los gases aromáticos entran en contacto con una solución que contenga un agente oxidante como cloro, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno u ozono; reduce más del 90% de gases aromáticos.
- Combustión de olores. Se hace por un proceso de flama directa a una temperatura entre 500-800°C o por oxidación catalítica en un rango de 300-500°C.
- Adsorción en carbón activado y otros medios. Cerca de 1 kg de carbón activado puede tratar de 276 a 735 m<sup>3</sup> de aire.
- Contactores de ozono. Compuestos como el sulfuro de hidrógeno son oxidados por el ozono.
- Métodos microbiológicos. Como la biofiltración, se basa en la interacción del gas con un medio orgánico, cuya actividad de degradación proviene de los microorganismos que viven y se desarrollan en él.<sup>38</sup>

SISTEMAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA GASES						
TIPO DE SISTEMA	COMPOSICIÓN DEL MEDIO	CIRCULACIÓN DE AGUA	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE APLICACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
BIOFILTRO	Microorganismos inmovilizados en soportes naturales con fuente de nutrientes.	No hay circulación de agua	Adsorción del contaminante en la biopelícula soportada en un medio natural que provee nutrientes a los microorganismos. Se usa un solo reactor.	Compuestos con concentraciones menores a 1 mg/L con coeficientes de Henry menores a 10	Alta superficie de contacto gas-líquido. Fácil arranque y operación. Bajos costos de inversión y operación. Soporta periodos sin alimentación.	Poco control sobre los fenómenos de reacción. Baja adaptación a altas fluctuaciones de flujo de gas. Mayor requerimiento de área.
BIO LAVADOR	Empaque inerte.	Agua en circulación constante.	En una torre de aspersión se disuelven los contaminantes del gas que después son degradados biológicamente en un sistema de lodos activados. Se requieren dos sistemas, el absorbedor y el sistema de lodos activados.	Compuestos con concentración es menores a 5 mg/L y coeficientes de Henry menores a 0.01.	Mejor control de la reacción. Posibilidad de evitar acumulación de subproductos. Equipos compactos. Baja caída de presión.	Baja superficie de contacto gas-líquido. No soporta periodos sin alimentación. Genera lodo residual. Arranque complejo. Necesidad de aireación extra. Altos costos de inversión, operación y mantenimiento. Necesidad de suministrar nutrientes.
BIOFILTRO PERCOLADOR	Soporte inerte con biopelícula en su superficie.	Circulación de agua continua	El gas se disuelve en la película de agua para entrar en contacto con los microorganismos. La adsorción y la degradación suceden en un solo reactor.	Concentraciones de compuestos menores a 0.5 mg/L con coeficientes de Henry menores a 1.	Comparables a las del biolavador.	Baja superficie de contacto gas-líquido. Generación de lodos. No resiste periodos sin alimentación. Necesidad de suministrar nutrientes. Arranque complejo. Altos costos de inversión, operación y mantenimiento.

<sup>38</sup> Fragmento de tesis online en pdf, **Olores desagradables generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales**, Capitulo 3, pág 47, <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7529/Capitulo3.pdf>

3.7. Esquema tomado de **Malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales: su control a través de procesos biotecnológicos**, Juan Manuel Morgan Sagastume, Sergio Revah Moiseev y Adalberto Noyola Robles, Coordinación de Bioprocesos Ambientales, Instituto de Ingeniería, UNAM .

Por medio de esta tabla, podemos darnos cuenta del cómo hay múltiples soluciones para evitar que el olor durante el uso de una planta de tratamiento sea una condicionante para su instalación. Por lo que no resulta un factor determinante para la elección del proceso de tratamiento.

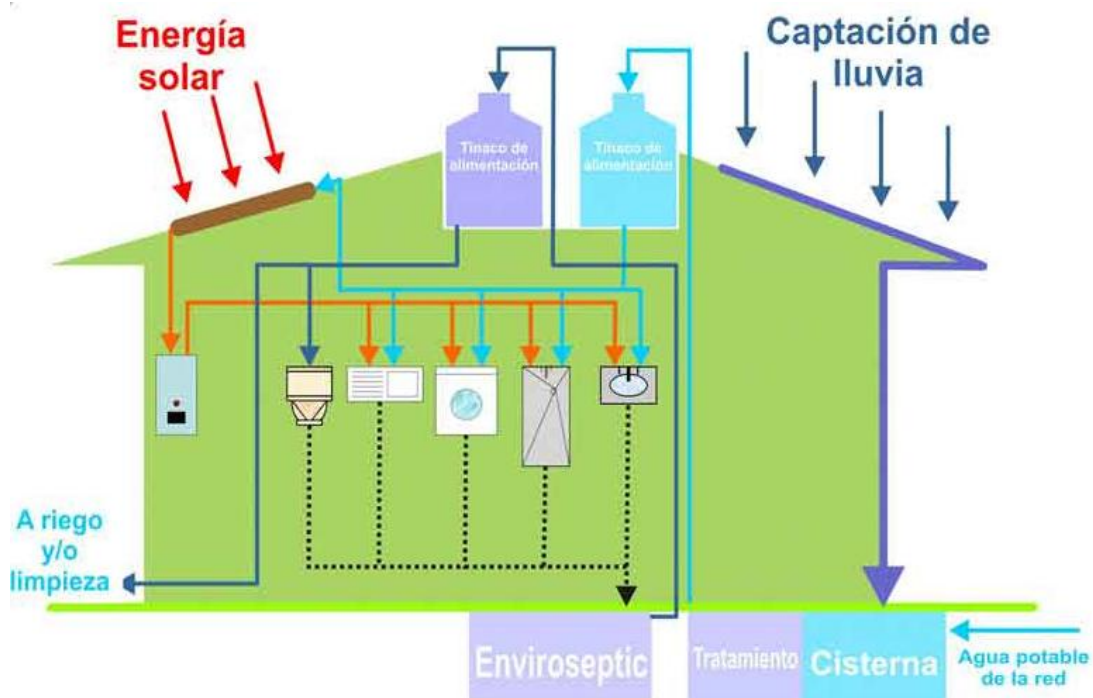
### 3.5 LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Ahora bien, resulta importante señalar que la reutilización de aguas residuales trae consigo múltiples ventajas como lo son el ahorro económico y cuantitativo de los consumos desde la red municipal, un menor impacto ambiental y la poca o nula descarga de aguas residuales a la red como se hace con el siguiente sistema:

#### 3.5.1 DESCARGA CERO.

Este sistema se encarga de no desperdiciar ni una gota de agua y mantenerla en constante circulamiento, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Captar, controlar y aprovechar la lluvia
- Separar y tratar por tipo de contaminante
- Aplicar el tratamiento natural idóneo
- Desinfectar con ozono, no deja residual
- Canalizar excedentes a la recarga de mantos acuíferos
- Utilizar mecanismos de control y operación pasivos



### 3.6 AGUA PARA SERVICIOS ESPECÍFICOS DE UN HOSPITAL.

Los principales circuitos de agua que se pueden encontrar en un hospital serían:

- |  |  |
|--|--|
| a) Agua de consumo humano                  | g) Servicios que requieran agua de baja mineralización |
| b) Agua fría de consumo                    | h) Hemodiálisis  |
| c) Agua caliente sanitaria                 | i) Laboratorios  |
| d) Calderas de vapor                       | j) Área de nutrición y dietología                      |
| e) Torres de refrigeración                 | k) Lavandería  |
| f) Piscinas terapéuticas de rehabilitación |  |

En donde las siguientes medidas a tomar con de importante consideración:

- a) Uso de filtros
- b) Revisión de nivel de cloro en los depósitos de acumulación
- c) Composición química del agua.
- d) Corrosión,
- e) Temperatura,
- f) Mezclas de metales,
- g) Descalcificación
- h) Tratamiento de circuitos de climatización
- i) Tratamiento en el circuito contra incendios<sup>39</sup>

De manera que, el agua utilizada dentro de la unidad hospitalaria debe ser tratada desde su obtención y durante su uso y desecho para optimizar su eficiencia de uso y pureza brindando con esto un ambiente saludable dentro de la misma unidad y propiciando un cambio de consciencia y actividades.

### 3.7 CONCLUSIONES PREVIAS.

El agua es un recurso valioso que debe ser cuidado y conservado ,medida que se puede tomar desde diferentes perspectivas ya sea en su proceso de “vida “ (obtención, uso y desecho),su correcta medida en consumo y su re-circulamiento para evitar que se vuelva un problema de salud en sí misma.

---

<sup>39</sup> Documento pdf, **Calidades de agua que se requieren en un hospital y como obtenerlas**, Cillit Water Technology ,Barcelona ,España, [http://www.cilit.com/guias/GUIA\\_HOSPITALES.pdf](http://www.cilit.com/guias/GUIA_HOSPITALES.pdf)



4

Energía

## 4.1 TIPOS DE ENERGÍAS DISPONIBLES.

Nuestro país tiene algunas regiones (Sonora y Baja California) con el promedio de radiación más alto del planeta. Estas zonas coinciden con los desiertos que se hallan alrededor de los trópicos de Cáncer y de Capricornio, y en ellas pueden construirse centrales de energía solar para satisfacer la demanda que requiere México. Además, como en las zonas desérticas el suelo es poco productivo y el clima contribuye a que no se habiten, son las más apropiadas para construir plantas solares de varias decenas de MW de potencia.

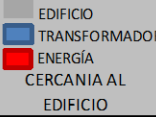
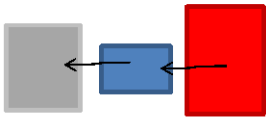
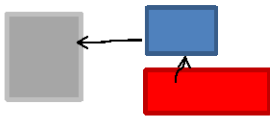
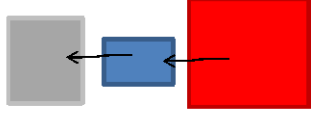
Hoy en día, la energía solar en México, no contribuye significativamente a satisfacer las necesidades nacionales de energía. Según algunas fuentes, el petróleo y el gas natural ocupan el primer lugar, con el 90.46% del total de la demanda de energía. En segundo lugar se encuentra la biomasa, con el 4.6%; la energía hidroeléctrica contribuye con el 3.3%; después seguía el carbón, con el 1.5% y, finalmente, la energía geotérmica con el 0.2%. Por otro lado, cabe mencionar que más de 20% de la población rural no tiene acceso a la energía eléctrica.

El promedio diario de energía solar que llega a la República Mexicana es 5.5 kWh/m<sup>2</sup>. La utilización de la energía solar se ha probado con éxito como alternativa para satisfacer las necesidades de electricidad en las comunidades rurales. También se ha usado ampliamente en la vivienda. De lo anterior se desprende que el uso de la energía solar contribuye a eliminar nuestra dependencia de los energéticos y a la descentralización energética.

A continuación se describen los distintos tipos de fuentes de energía con los que se cuenta y se pueden llegar a implementar:

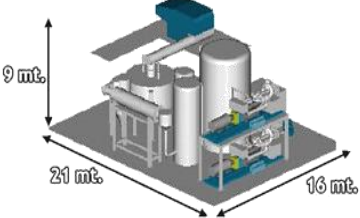
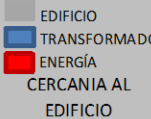
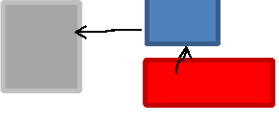
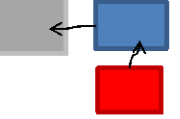
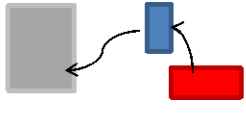


USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS			
	ENERGÍA SOLAR	ENERGÍA CON HIDRÓGENO	ENERGÍA EÓLICA
TIPO DE CAPTACIÓN	Por medio de la radiación del Sol y un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamado célula solar de película fina.	A partir de hidrocarburos (libera CO <sub>2</sub> ), agua: electrolisis, energías renovables: solar, termólisis y otras reacciones químicas, reacciones biológicas: residuos, agua sucia y plantas se pueden convertir en hidrógeno mediante la fermentación de sustratos orgánicos o electrolisis, a partir de la orina: según un estudio puede ser hasta tres veces más eficiente que el agua.	Por medio del movimiento del aire, es decir, de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire o de las vibraciones que el dicho viento, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.
CÓMO FUNCIONA	La energía solar se convierte en electricidad a través de módulos de células foto-voltaicas, un inversor convierte la electricidad de tipo DC (similar a la producida por las baterías convencionales) en corriente AC (la que usamos normalmente en nuestras casas), se utiliza algún tipo de interruptor o switch para aislar el sistema de la red eléctrica externa, su medidor calcula la energía solar generada por el sistema fotovoltaico.	Sólo se puede utilizar como energía una vez que ha sido transformado en una pila de combustible. Este proceso consiste en mezclar hidrógeno con oxígeno a través de unas membranas que separan a los protones de los electrones, produciendo vapor de agua como único residuo. La energía eléctrica que se puede recuperar del hidrógeno es un 39% de la electricidad generada para almacenar. Es más eficiente almacenar la energía en forma de agua, gas natural, diesel, carbón o cualquier otro combustible fósil para generar la electricidad en el momento que se requiera.	La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operativas, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, es conocido como aerogenerador. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos.
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO	<p>PLANTA SOLAR TIPO INTERCONEXIÓN CFE</p> <p>INVERSOR DE INTERCONEXIÓN</p> <p>CENTRO DE CARGA</p> <p>RED DE CFE</p> <p>ELECTRODOMESTICOS</p> <p>PANELES SOLARES</p>	<p>StableFlow™ Hydrogen Control System</p> <p>Existing H<sub>2</sub> Storage System</p> <p>Hydrogen Cooled Generator</p> <p>Existing H<sub>2</sub> Manifold</p> <p>H<sub>2</sub> Product</p> <p>High Pressure Under Storage</p> <p>Low Pressure Tank Storage</p> <p>Refill Options</p> <p>Facility Interfaces: Diesel, Water Supply, Cooling Water Supply, Cooling Water Return</p> <p>HO2SER Hydrogen Generation System</p>	<p>Control</p> <p>Producción de Hidrógeno</p> <p>Módulo A Hidrógeno Pila de Combustible</p> <p>Módulo B Producción Energía Renovables</p> <p>Control</p> <p>Alta Presión</p> <p>Baja Presión</p> <p>Almacenamiento de Hidrógeno</p> <p>Consumos</p> <p>Energía Eólica</p> <p>Hidrógeno</p> <p>Electricidad</p> <p>Energía Solar</p>
FACTORES BÁSICOS	Cíclica, predecible, cara, fácil de evaluar el potencial, muy poca integración nacional, costo de la inversión, predecible	Segue en pruebas, poco predecible, costoso, puede funcionar en un sistema híbrido de almacenamiento beneficiando otros medios de captación energética.	Intermittente, poco predecible, económica, fácil de evaluar el potencial, muy poca integración nacional, costo de la inversión, predecible
VENTAJAS	Electricidad segura y confiable por muchos años. No genera sustancias contaminantes al ambiente. El único costo es el de inversión e instalación. Pueden ser diseñados para ser flexibles y expandibles. Un sistema de energía solar para generación eléctrica en el hogar puede potencialmente eliminar hasta 18 toneladas de emisiones de gases de invernadero al ambiente cada año. No hay contaminación por ruido.	Sostenibilidad medioambiental porque el hidrógeno es limpio en su utilización. Se puede autoproducir. La realidad es que el hidrógeno seguirá procediendo en parte de hidrocarburos, y en otra parte de procesos de electrolisis de agua, alimentados por energía eléctrica creada a partir de combustibles fósiles.	Es un tipo de energía renovable y limpia ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes. No requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), por lo que no contribuye al incremento del efecto invernadero ni al cambio climático. Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables, mar. Puede convivir con otros usos del suelo. Su instalación es rápida, entre 4 meses y 9 meses. Pueden integrarse a otros métodos de obtención de energía.
DESVENTAJAS	Son equipos estorbosos y caros. Los niveles de inversión podrían ser un impedimento, pues una planta de energía solar tiene un costo de 5,000 dólares por kilowatt, mientras que una de ciclo combinado vale 800, (Gerardo Pandal Rodríguez, director de Climate Project México). Pueden requerir grandes cantidades de tierra para su instalación.	Actualmente se ha probado más en la técnica y el funcionamiento de los coches, el problema es que hay que industrializar este tipo de pilas de combustible para reducir los costos. Las pilas de combustible utilizan materiales primarios y por eso son caras, se necesita invertir 1.08 unidades de energía, para obtener 1 unidad de energía en hidrógeno. Esto es un 92% de eficiencia sin incluir el gasto en energía eléctrica para alimentar el compresor. El otro problema del almacenamiento de hidrógeno licuado es la pérdida de energía a través del tiempo (entre un 3% y un 4%).	Se produce el denominado hueco de tensión en donde las protecciones de los aerogeneradores con motores de jaula de ardilla se desconectan de la red para evitar ser dañados y, por tanto, provocan nuevas perturbaciones como lo es la falta de suministro. La aleatoriedad del viento plantea serios problemas. La necesidad de una velocidad mínima en el viento para poder mover las aspas y así mismo con viento de altas velocidades la estructura puede resultar dañada por los esfuerzos que aparecen en el eje. La muerte de aves por choque con las aspas de los molinos o la necesidad de extensiones grandes de territorio que se sustraen de otros usos.

DURABILIDAD Y MANTENIMIENTO	De 20 años en módulos fotovoltaicos.	De 30 a 40 años. Una pila de combustible y un electrolizador devuelven menos del 50 por ciento de la energía de entrada .	De 20 a 30 años de vida útil.
DIMENSIONES	<p>El inversor se instala en la pared y tiene un tamaño parecido al de una televisión. El panel solar ocupa cerca de 7 metros cuadrados por cada kilowatt de panel en la azotea. Con esta área, por ejemplo, se producen hasta 4500 watts-hora por día. El tamaño de estas instalaciones varía notablemente en función del tipo de paneles con los que cuentan: las que utilizan seguidores de panel (que permiten maximizar la producción al acompañar la trayectoria del sol) son las que mayor afectación del terreno implican, con hasta seis hectáreas por megavatio (MW) y las fijas, las que menos (unas dos hectáreas por MW). Si se emplea una media basada en estimaciones del sector (entre tres y cuatro hectáreas por MW), los más de 4.200 MW instalados en España (en mayo pasado, había 58.825 plantas en funcionamiento) equivaldrían a unos 150 km<sup>2</sup>.</p>	Debido a que son pilas acumuladoras de energía es más fácil combinarlas por medio de la utilización de un sistema híbrido que combine energía solar por ejemplo.	Se hace necesario, por tanto, disponer de una información meteorológica detallada sobre la estructura y distribución de los vientos. Las mediciones estadísticas deben realizarse durante un período mínimo de tres años, para poder obtener unos valores fiables, que una vez procesados permiten elaborar Mapas eólicos: proporcionan una información de ámbito global del nivel medio de los vientos en una determinada área geográfica, Distribuciones de velocidad, Perfiles de velocidad. La elección del emplazamiento es un elemento determinante para su explotación, y depende de forma casi total del potencial eólico de la zona, aunque el tamaño de la máquina también suele influir en la decisión final. El tamaño de la máquina condiciona fuertemente los problemas técnicos. En las plantas de gran potencia el coste de la instalación presenta economía de escala: hasta ciertos límites tecnológicos, cuanto mayor sea la instalación, menor será su coste por kW.
			
PLANTAS EXISTENTES EN MÉXICO	Nuestro país tiene algunas regiones (Sonora y Baja California) con el promedio de radiación más alto del planeta. El promedio diario de energía solar que llega a la República Mexicana es 5.5 kWh/m <sup>2</sup> . La primera planta eólica de México y Latinoamérica fue la de La Venta, en Oaxaca. Está situada a 30 km al noroeste de la ciudad de Juchitán, Oaxaca. Existe otra central importante en Baja California Sur.	La única planta construida que aun sigue en pruebas se le denomina : Hydrosol-2, una Plataforma Solar de Almería, España.	En el país están en funcionamiento un total de 17 parques eólicos, de los cuales, 15 se encuentran en el estado de Oaxaca, uno en Baja California y otro en Chiapas.
MW GENERADOS	México produce 40 MW a nivel mundial por año. Si se conoce la vida útil de la central y la tasa de interés, se puede calcular el costo por kWh.	Actualmente solo se han podido generar 2 a 12 MW en la planta ya mencionada.	México produce 85 MW (0,17%) a nivel mundial que planean crecer a 12,000 MW eólicos competitivos adicionales en los próximos 8 años. Oaxaca I y La Venta III, (300 MW).

	ENERGÍA BIOGAS	ENERGÍA GEOTÉRMICA	ENERGÍA HIDRÁULICA
TIPO DE CAPTACIÓN	Por medio de la canalización del gas metano producido en rellenos sanitarios.	Por medio de la utilización del vapor del agua muy caliente que proviene del interior de la Tierra.	Por medio de la utilización del flujo de agua que cae desde una elevación y genera energía.
CÓMO FUNCIONA	<p>Los gases se succionan con tubos de unos pozos que tienen 25 metros de profundidad, el gas extraído está compuesto en un 51% de metano, en un 40% de CO<sub>2</sub> y la otra parte son gases volátiles, luego los gases se meten a un quemador que se encarga de eliminar todos los contaminantes. Ahora se le hace un proceso al gas donde se le saca la humedad y se lo purifica, pasa por unos motores generadores que lo transforman en energía eléctrica (eso está a baja tensión), de ahí pasan a los transformadores y luego se mandan a la red pública.</p>	<p>Consiste en la utilización de un vapor, que pasa a través de una turbina que está conectada a un generador, produciendo electricidad. El principal problema es la corrosión de las tuberías que transportan el agua caliente.</p>	<p>El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual trasmite la energía a un alternador el cual la convierte en energía eléctrica.</p>
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO			
FACTORES BÁSICOS	Depende de la vida del relleno sanitario, económica, baja integración nacional, costo en infraestructura.	Permanente, despachable, económica, difícil conocer a priori el potencial (alto riesgo), Alta integración nacional, Costo de inversión en pozos incierta (alto riesgo).	Dependiente del riego, poco predecible, fácil de evaluar el potencial, alta integración nacional, Costo de la inversión, predecible.
VENTAJAS	Tratamiento local, eliminación de los componentes tóxicos, bajas emisiones con un óptimo impacto ambiental, la reducción de las transferencias en vertedero, la reducción del gas invernadero. La generación de energía eléctrica a partir de biogás evita la emisión de metano a la atmósfera, un gas que en relación con el dióxido de carbono es veinte veces más potente para el calentamiento global. Reducción de la huella de carbono.	Es una fuente inagotable de energía. Su costo es más bien bajo, pues el de una excavación no supondría ni el 15% de la inversión total, incluida en ella la bomba de calor. No precisa instalaciones exteriores al entorno. No requiere permisos ni autorizaciones especiales. Es limpio y ecológico. En el movimiento de tierras originado, el volumen excavado se repone como relleno del hueco originado. Produce mínimo impacto visual y auditivo. Se traduce en enormes cantidades de energía eléctrica. No tiene ciclos de actividad y reposo.	Se trata de una energía renovable y limpia de alto rendimiento energético. Debido al ciclo del agua su disponibilidad es inagotable. Es una energía totalmente limpia, no emite gases, no produce emisiones tóxicas, y no causa ningún tipo de lluvia ácida. Permite el almacenamiento de agua para abastecer fácilmente a actividades recreativas o sistemas de riego. Se pueden regular los controles de flujo en caso de que haya riesgo de una inundación.
DESVENTAJAS	El metano, aunque se genera en una menor proporción, tiene un efecto hasta 21 veces mayor que el dióxido de carbono en el cambio climático. Estudios en todo el mundo han demostrado que los rellenos sanitarios son la fuente antropogénica (humana) más grande de emisiones de metano a la atmósfera, presencia de compuestos inhibidores en el proceso debido a la incorrecta separación de desechos.	El principal contaminante descargado es el dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), que en una planta geotérmica está en un rango 13-380 g/kWh, las emisiones totales de gases son un 5% de una planta de tamaño equivalente operada por combustibles fósiles. Emisión de ácido sulfúrico con un olor a huevo podrido, pero que en grandes cantidades no se percibe y es letal. Una restricción en el empleo de dicha superficie, es decir nada de plantas de raíces profundas o con ramificaciones en profundidad y redes telefónicas, TV por cable, desagües, etc. Contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco, etc. Deterioro del paisaje. No se puede transportar.	La construcción de estas centrales puede llegar a inundar importantes extensiones de terreno en función de la topografía del terreno donde existiría pérdida de tierras fértiles; Cambia los ecosistemas en el río aguas abajo. El agua que sale de las turbinas no tiene prácticamente sedimento. Esto puede resultar en la erosión de las márgenes de los ríos. Cuando las turbinas se abren y cierran repetidas veces, el caudal del río se puede modificar drásticamente.




DURABILIDAD Y MANTENIMIENTO	Dependerá de la cantidad de basura aportada por el relleno sanitario y su constante suministro.	De 25 a 30 años para la planta y la fuente de energía es inagotable.	De 50 a 99 años. Los costos de operación son bajos porque las plantas están automatizadas y tienen pocas personas durante su operación normal.
DIMENSIONES	 <p>El depósito de gas debe de estar dimensionado de tal manera que pueda almacenar todo el gas que se va a usar de una vez y acumular todo el gas que se produzca entre las horas de consumo. Debe de compensar las fluctuaciones diarias en la producción de gas que van desde el 75% hasta el 125% de la producción de gas calculada. La planta está equipada con lo siguiente: dos extractores de gas con potencia de 30 caballos de fuerza cada uno, el quemador tiene capacidad de flujo de 2,800m<sup>3</sup>, el flujo de biogás y capacidad de extracción es de 1,100m<sup>3</sup>/hr. 4000 m de tubería, 55 pozos de extracción de biogás con una profundidad de 25m.</p>	<p>Hay dos sistemas: Circuito abierto: El captador es abierto y se puede utilizar con pozos o recursos hídricos, están limitados tanto por los recursos. Circuito cerrado: Son los más usuales y se pueden captar ya sea de manera horizontal, vertical, mediante colectores de valla en el exterior, etc. Sus diferencias son en extensión de terreno siendo la vertical la más compacta (tuberías enterradas a una profundidad de 50 y 200 m.) y horizontales (0.70 y 1.5 m y la dimensión de los colectores 1.5 veces y 2.5 veces para una construcción con malos aislamientos). Se puede instalar en edificios ya construidos. La profundidad y número de perforaciones dependen de las características de estructura y aislamiento del edificio, así como de las necesidades energéticas del mismo y las características del suelo.</p>	<p>Debido al área que abastecen suelen ser grandes terrenos en donde se aplican diferentes fórmulas para obtener el total de energía producida dependiendo de factores como materiales de construcción, área y sistemas a utilizar.</p>
			
PLANTAS EXISTENTES EN MÉXICO	<p>En México, un caso exitoso es el de la empresa Bioenergía de Nuevo León SA de CV (BENLESA) La energía eléctrica generada en esta planta es usada para el alumbrado público y para el Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey. Bordo Poniente una planta productora de biogás y el Parque Industrial Ladrillero, Coahuila.</p>	<p>La Planta de energía geotérmica Cerro Prieto es la mayor central de energía geotérmica en el mundo, con una capacidad instalada de 720 MW, con planes de expansión hasta 820 MW en 2012. La instalación, que utiliza turbinas de vapor, inició su construcción en 1958 y fue puesta en servicio en 1973. Está ubicada en el valle de Mexicali, Baja California, y está construida en cinco unidades individuales: CP1, CP2, CP3, CP4 y CP5.</p>	<p>El Mayor desarrollo con 4,800 MW, es el de la cuenca del río Grijalva y está integrado por las centrales Angostura (Belisario Domínguez), Chicoasén (Manuel Moreno Torres), Malpaso (Netzahualcōyotl) y Peñitas (Ángel Albino Corzo). Cuenca del río Balsas, conformado por la central hidroeléctrica Caracol (Carlos Ramírez Ulloa), Infiernillo (Adolfo López Mateos) y la Villita (José María Morelos), con un total de 1,900 MW que corresponden a 16.7% de capacidad hidroeléctrica. La cuenca del río Santiago la central El Cajón, con 750 MW, que junto con Aguamilpa se localiza en Nayarit. Ambas participan con 1,710 MW, lo que equivale a 15.1%. Huities (Luis Donaldo Colosio) en el noroeste de México, con dos unidades turbogeneradoras de 211 MW cada una, así como Zimapán (Fernando Hiriat Balderrama) en el centro del país, también con dos unidades de 146 MW cada una, representan 6.3% de la capacidad hidroeléctrica total. El 19.6% restante se encuentra distribuido principalmente en las cuencas de los ríos Papaloapan, Santiago, Pánuco, Yaqui, El Fuerte, Culiacán y Sinaloa.</p>
MW GENERADOS	33.000 MV al año. 6.4 MW diarios. Y en México existe un potencial de 1,597 y 1,994 MW	Pueden construirse en módulos transportables de muy baja potencia (100-300 kW), de muy reducido tamaño. La más grande es la de Cerro Prieto con 720 MW	Chiapas, con sus presas Chicoasén (2400 MW), Malpaso (1080 MW) la Angostura (900 MW), etc.

#### 4.2 CAPACIDAD DE EXPLOTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO (SENER).

SENER elaboró un periodo de prospectiva de 2012-2026, en donde se toma en cuenta el papel de las energías renovables, en donde se analizan las más involucradas dentro del país y con estos datos es posible plantear escenarios y posibles soluciones para el territorio nacional.

En la siguiente tabla se exponen las ideas principales de dicho texto:

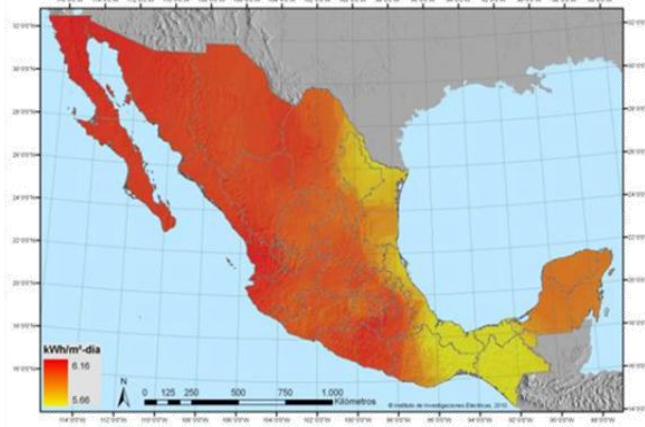
CAPACIDAD DE EXPLOTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO			
TIPO DE ENERGÍA	GENERAL	CIUDAD DE MÉXICO	POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO
E N E R G Í A  G E O T É R M I C A	<p>Al 31 de diciembre de 2011 se encontraban en operación 38 unidades de generación geotermoeléctrica, con el mayor aprovechamiento localizado cerca de Mexicali, Baja California, en la central de Cerro Prieto con 645 MW. Ésta representaba 72% de la capacidad geotermoeléctrica en operación, mientras que el 28% restante estaba integrado por los Azufres, Michoacán (191.6 MW), Humeros, Puebla (40 MW) y Tres Vírgenes, Baja California Sur (10 MW).</p>	<p>NO hay una zona cercana de obtención.</p>	<p>En el país existen reservas de aprovechamiento geotérmico equivalentes a 10,644 MWe distribuidas de la siguiente manera:</p> <p>Zonas con potencial geotérmico</p> 

**SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.** En 2011, la capacidad total instalada de sistemas fotovoltaicos fue de 32 MW, principalmente para la electrificación rural, suministro de energía en el sector residencial, bombeo de agua, en los sectores comercial e industrial, su crecimiento fue del 763% (1.34 MW) en el año 2010 y 128% (1.95 MW) en 2011. Sistemas fotovoltaicos aislados de la red, fue de 0.2 MW (5.71%). **TERMO-SOLAR DE ALTA CONCENTRACIÓN.** Actualmente, en México no se cuenta con centrales en operación sin embargo, en el estado de Sonora se encuentra en desarrollo el proyecto 171 CC Agua Prieta II, a cargo de la CFE, mismo que consiste de un sistema híbrido de ciclo combinado (477 MWe) y de un campo termosolar de canales parabólicos con una potencia de 14 MWe. Se espera que esta central entre en operación en el año en curso.

Son sistemas aislados.

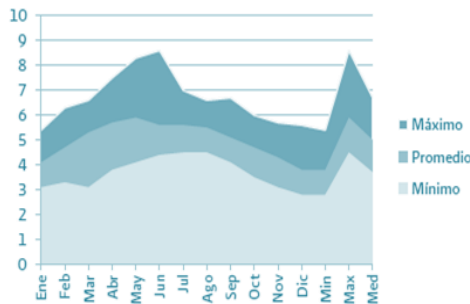
México se localiza geográficamente entre los 14° y 33° de latitud septentrional; esta característica resulta ideal debido a que la irradiación global media diaria en el territorio nacional, es de alrededor de 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/d, siendo uno de los países con más capacidad de aprovechamiento.

Irradiación solar global diaria promedio anual en el territorio nacional (kWh/m<sup>2</sup>)



Fuente: IIE.

Intervalo de irradiación solar global diaria promedio mensual en México (kWh/m<sup>2</sup>)



Fuente: SENER con información de la CONUEE.

penetración de las tecnologías termosolares de concentración en México Período 2010-2015

Región	Escenario	Potencia media (MW)
Norte	Bajo	0
	Medio	816
	Alto	1,413
Noroeste	Bajo	417
	Medio	837
	Alto	1,431
Total	Bajo	417
	Medio	1,653
	Alto	2,844

Fuente: IIE.

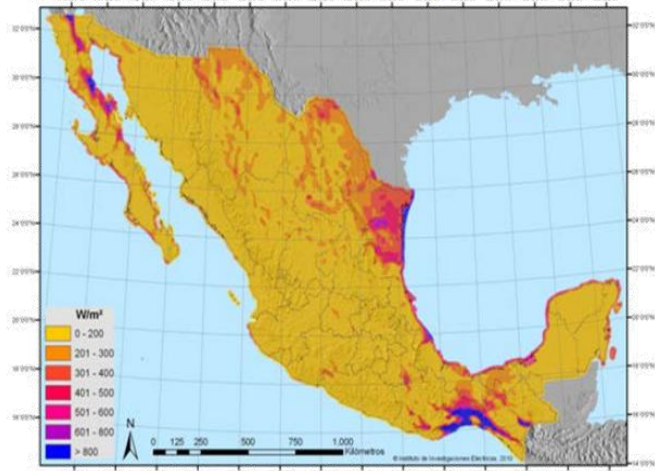
E  
N  
E  
R  
G  
Í  
A  
  
E  
Ó  
L  
I  
C  
A

Las centrales de La Venta en Oaxaca (84.7 MW), Guerrero Negro en Baja California Sur (0.6MW) y el generador de la COP 16 (1.5 MW), lo que suma una capacidad total de generación de 86.8 MW. Generación eoloelectrónica de 7 plantas ubicadas en los estados de Baja California y Oaxaca, con una capacidad autorizada total de 588.3 MW y una generación autorizada anual 2,063.59 GWh/año. En 2012 entraron en operación 3 plantas en la modalidad de productor independiente de energía, ubicadas en el estado de Oaxaca. A su vez, 17 plantas con 2,281.0 MW en los estados de Baja California, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, se encuentran en construcción o por iniciar obras.

NO hay una zona cercana de obtención.

El IIE lleva a cabo estudios para estimar el potencial eoloenergético nacional. Solo el 10% del área total con potencial es aprovechable para la instalación de parques eólicos tomando un estimado de 71 mil MW, considerando factores de planta superiores a 20%. Para factores de planta mayores que 30%, se estima un potencial de 11,000 MW y con más de 35% de factor de planta se estima en 5,235 MW.

Densidad de potencia del viento a 80 metros de altura en la República Mexicana



E  
N  
E  
R  
G  
Í  
A  
  
P  
O  
R  
  
M  
E  
D  
I  
O  
  
D  
O  
  
E  
  
B  
I  
O  
M  
G  
A  
  
Á  
S  
A

Se estima que la disposición de RSU en México en rellenos sanitarios es de 28.2 millones de toneladas anuales, con una composición aproximada del 53% de residuos orgánicos, mismos que son enviados a 186 rellenos sanitarios. La generación de residuos sólidos urbanos en México va incrementándose en promedio un 2.3% anual, siendo que la generación de materia orgánica en el 2010 fue del 52.4% aproximadamente. La CRE otorgó al cierre de 2011, diez permisos para generar energía eléctrica con biogás, seis de ellos en la modalidad de autoabastecimiento en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Guanajuato y Nuevo León, y cuatro en la modalidad de cogeneración en Jalisco, Nuevo León, Estado de México y Querétaro con una capacidad autorizada de 44.76 MW y una producción de 269 GWh/año.

El 58.9% de los RSU manejados en los rellenos sanitarios se localizan en siete entidades federativas: Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Puebla, y Veracruz con una generación de 16,647 TONS.

México tiene gran potencial para el aprovechamiento de rellenos sanitarios para la producción de biogás como fuente de energía eléctrica y térmica. El adecuado aprovechamiento de los 186 rellenos sanitarios en todo el país, podría generar entre 1,629 y 2,248 toneladas al año de metano, e instalar una capacidad entre 652 y 912 MW de generación de energía eléctrica. El tratamiento térmico de los rellenos sanitarios tiene una capacidad de generación de energía eléctrica de entre 1,597 y 1,994 MW.

Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente de rellenos sanitarios

	Generación RSM (2010)	Potencial de generación CH <sub>4</sub>	Potencial de generación de energía eléctrica a partir de biogás	Potencial de generación de energía térmica a partir de electricidad
	(miles ton/año)	(miles ton/año)	MW	MW
	0 - 500	0 - 25	0 - 10	0 - 25
	550 - 1,000	25 - 50	10 - 20	25 - 50
	1,000 - 2,000	50 - 100	20 - 35	50 - 80
	2,000 - 2,500	100 - 150	35 - 50	80 - 110
	2,500 - 5,000	150 - 300	50 - 110	110 - 225
Nacional.	40,058 <sup>77</sup>	1,629 - 2,248	652 - 912	1,597 - 1,994

Fuente: SENER a partir de SEMARNAT y SNIARN.

Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente de rellenos sanitarios



Fuente: SENER a partir de SEMARNAT y SNIARN.

H I E D N R E Á R U G L Í I A C A	Su capacidad es igual o menor que 30 MW y se integra por 94 unidades en 42 centrales, con una capacidad total de 286.6 MW, se concentra en 14 estados de la República (- 30 MW).	Cuenta con 8 centrales en 14 unidades generando 14.063 MW.	CONUEE identifico en la sierra norte de Puebla y Veracruz, un potencial estimado de 364 MW de potencia media y 61 MW de potencia instalada, con una generación media anual de más de 3,526.1 GWh/año.
---	--	--	---

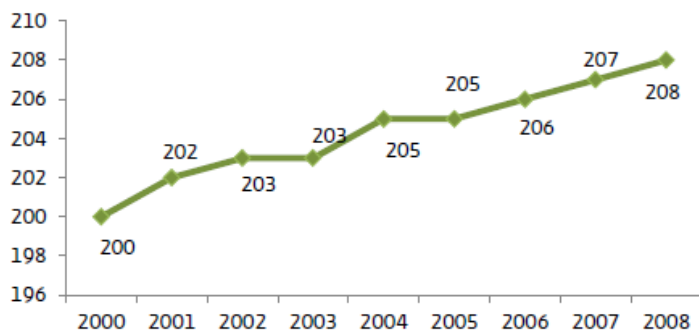
4.0 Tabla de elaboración propia, tomando datos del Informe de la SENER 2013-2030.

4.2.1 AGUAS RESIDUALES.

4.2.1.1 AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.

La CONAGUA tenía registradas, hasta diciembre de 2008, 1,833 plantas de aguas residuales urbanas en operación formal con una capacidad total instalada de 113 m<sup>3</sup>/s.

Tratamiento de aguas residuales municipales  
Agua residual colectada (m<sup>3</sup>/s)



Fuente: Información obtenida de CONAGUA/SGT/Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua.

Dichas plantas procesaban un caudal de 83.6 m<sup>3</sup>/s, equivalente al 40.2% del total de las aguas residuales generadas y colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, el cual está estimado en 208

m<sup>3</sup>/s .



Destacan, por su capacidad instalada, las de Tijuana, Baja California (Monte los Olivos) de 460 l/s; Saltillo, Coahuila (Principal) de 1,200 l/s; Oaxaca, Oaxaca de 600 l/s; Matamoros, Tamaulipas (Oriente) de 385 l/s; Reynosa, Tamaulipas de 1,000 l/s, y Veracruz, Veracruz (Cabeza Olmeca y Venustiano Carranza) de 230 l/s, cada planta respectivamente.

Al 2011, la CRE ha otorgado cinco permisos para **generar energía eléctrica con biogás por medio de tratamiento de aguas residuales municipales**; tres de ellos en la modalidad de autoabastecimiento: uno en el estado de Guanajuato y dos en Nuevo León; y dos en la modalidad de cogeneración: uno en Querétaro y uno en Jalisco. En conjunto, dichos permisos representan una capacidad autorizada de 16.4 MW y una producción 94.9 GWH/año.

#### *4.2.1.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.*

En 2008, la CONAGUA tenía registradas, 2,174 plantas de tratamiento de aguas industriales, de las cuales 2,082 se encontraban en operación, con un gasto de tratamiento de 33,778 l/s, que equivale al 59.5% de su capacidad instalada. Actualmente no se tiene registro de algún proyecto en funcionamiento de este tipo.

De manera que, al analizar esta tabla podemos resumir que las energías renovables que pueden ser explotadas de mejor manera serían: Energía solar, hidráulica (contemplando aguas residuales) y por medio de biogás.<sup>40</sup>

#### *4.3 LA VIABILIDAD DE LA ENERGÍA SOLAR EN EL ÁREA METROPOLITANA.*

Es por toda la información expuesta anteriormente que podemos resumir el que dentro del Área Metropolitana por la ubicación geográfica el uso de la energía solar es un recurso totalmente adecuado de explotación así como la generación de biogás.





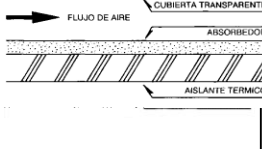
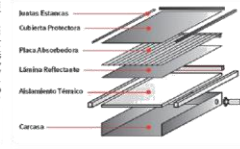
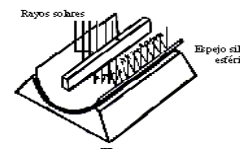
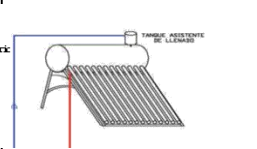
Por lo que, en los siguientes subtemas se abordará de manera más amplia.

---

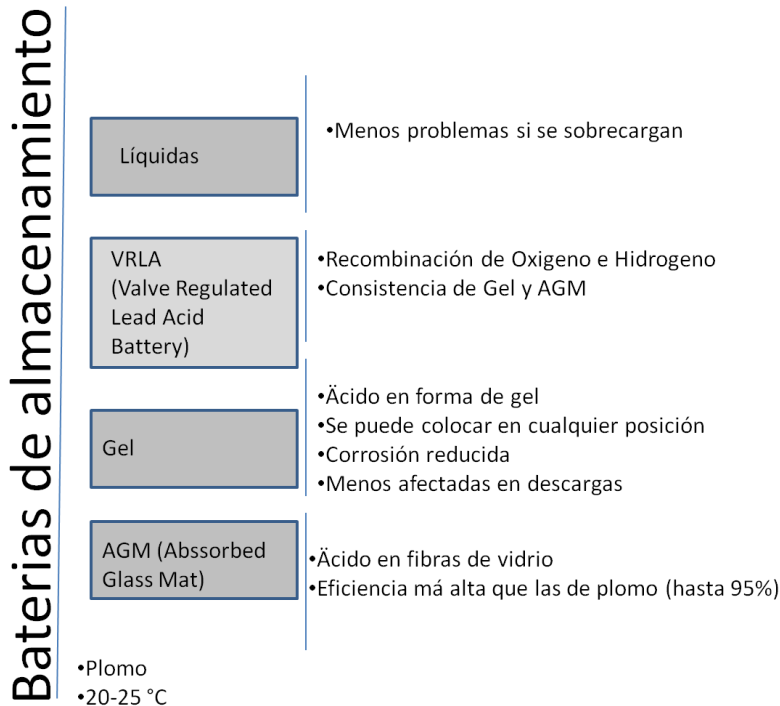
<sup>40</sup> Documento pdf, **Prospectivas de energías renovables 2012-2026**,pág. 106,SENER,2012,México, [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PER\\_2012-2026.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf)

### 4.3.1 CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR POR MEDIO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS.

De manera que, es importante destacar las características de los diferentes tipos de celdas que existen para con ello determinar cuáles podemos combinar con procesos de climatización para obtener un resultado más completo en el uso de sistemas híbridos.

TIPOS DE CELDAS SOLARES				
TIPO DE COLECTOR	COLECTOR SOLAR DE AIRE	COLECTOR DE PLACA PLANA	COLECTOR ESTÁTICO DE PARÁBOLA COMPUERTA	COLECTOR DE TUBO DE VACÍO (CTV)
ABREVIATURA EN INGLÉS	SAC	FPC	CPC	EHP, EDF, SYC
CICLO REFRIGERANTE				
ESQUEMA				
PRINCIPIO	Calentamiento directo de aire	Calentamiento de un líquido ( agua, agua-glicol)	Calentamiento de un líquido (agua, agua-glicol): concentración de la radiación sin seguimiento.	Tubo de vacío de cristal para reducir las pérdidas térmicas. EHP (tubo de vacío con "heat pipe"), EDF (tubo de vacío de flujo directo), SYC (tubo de vacío tipo Sydney con concentrador-reflector)
RANGO DE TEMPERATURA	60-80°C	40-130°C	70-240°C	30-80°C
DIMENSIONES PRINCIPAL ÁREA DE APLICACIÓN	1200x 800x 140 mm. Peso: 9,5 kg Pre calentamiento del aire de ventilación	2-8 m <sup>2</sup> Preparación de ACS	Se construyen en forma de sectores cilíndricos, en cuyo foco lineal se coloca la tubería que contiene el fluido a calentar. El seguimiento del sol sólo debe hacerse en una sola dirección. Preparación del agua caliente para uso doméstico e industrial	1600 x 60 x 120 mm de espesor Preparación del agua caliente para uso doméstico e industrial
CARACTERÍSTICAS	Utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS, y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir vapor que mueve una turbina que generará energía eléctrica.	Este tipo de colector es más propicio a presentar condensaciones, especialmente cuando se deteriora la junta entre el cristal y la caja, lo que da lugar a corrosiones, afectando el rendimiento y la durabilidad. Están contruidos dentro de una sólida estructura de metal debidamente aislada y protegida por un cristal. Sin embargo, al contener aire en su interior, presentan pérdidas de calor por convección y conducción, especialmente los días de frío o viento. Tienen peor rendimiento. Deben ser elevados al tejado e instalados como una sola unidad con los problemas de grandes pesos y dimensiones, con los problemas que conlleva. En caso de rotura, el colector entero debe ser reemplazado. Por su diseño plano, acumulan más nieve, polvo y suciedad. Hay que poner más anclajes de seguridad, especialmente si se montan en azoteas planas.	El fluido de trabajo llega a temperaturas mayores en un colector concentrador, tomando la misma superficie de colector en ambos. Dado que la superficie absorbente es pequeña (con respecto al área total del colector), ocupan superficies de absorción selectivas y ocupan zonas de vacío en ésta para disminuir pérdidas son alternativas económicamente viables. Es necesario implementar un sistema de seguimiento solar con los colectores para su mejor eficiencia, lo que encarecería el sistema. La superficie reflectora del colector puede perder sus propiedades con el tiempo y requiere mantenimiento periódico.	El vacío elimina las pérdidas por conducción y convección. En los modelos "Heat Pipe", el agua no circula por el colector eliminando las corrosiones y las incrustaciones de las aguas. Por su ligero peso y estructura modular, son mucho más sencillos de instalar. Se monta la ligera estructura y después los tubos reemplazando un solo tubo en caso de rotura. Debido a la forma circular, de los tubos, los rayos de sol son atrapados más eficazmente, especialmente al amanecer y al atardecer. El viento puede circular libremente entre ellos haciendo estos colectores más resistentes a los vendavales, especialmente cuando se montan en azoteas planas. Son más limpios ya que acumulan menos polvo y suciedad. Al tener pérdidas mínimas por convección o conducción, alcanzan temperaturas elevadas y permiten su utilización en calefacción por suelo radiante o radiadores.

De igual manera se requiere de una serie de pilas (acumuladores para poder guardar la energía que más tarde se convertirá en la manera que deseamos usarla, en este caso energía eléctrica como se muestra a continuación:



4.3. Esquema de elaboración propia.

#### 4.3.1 CLIMATIZACIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA SOLAR.

Los sistemas de refrigeración solares presentan la ventaja de que utilizan fluidos como agua o soluciones de determinadas sales. Son energéticamente eficientes y medioambientalmente seguros. El principal objetivo de su uso es incorporar tecnologías sin emisiones para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO<sup>2</sup>.

Para estos sistemas resulta útil considerar cuatro modos operativos básicos de funcionamiento, según sean las condiciones existentes en un momento determinado:

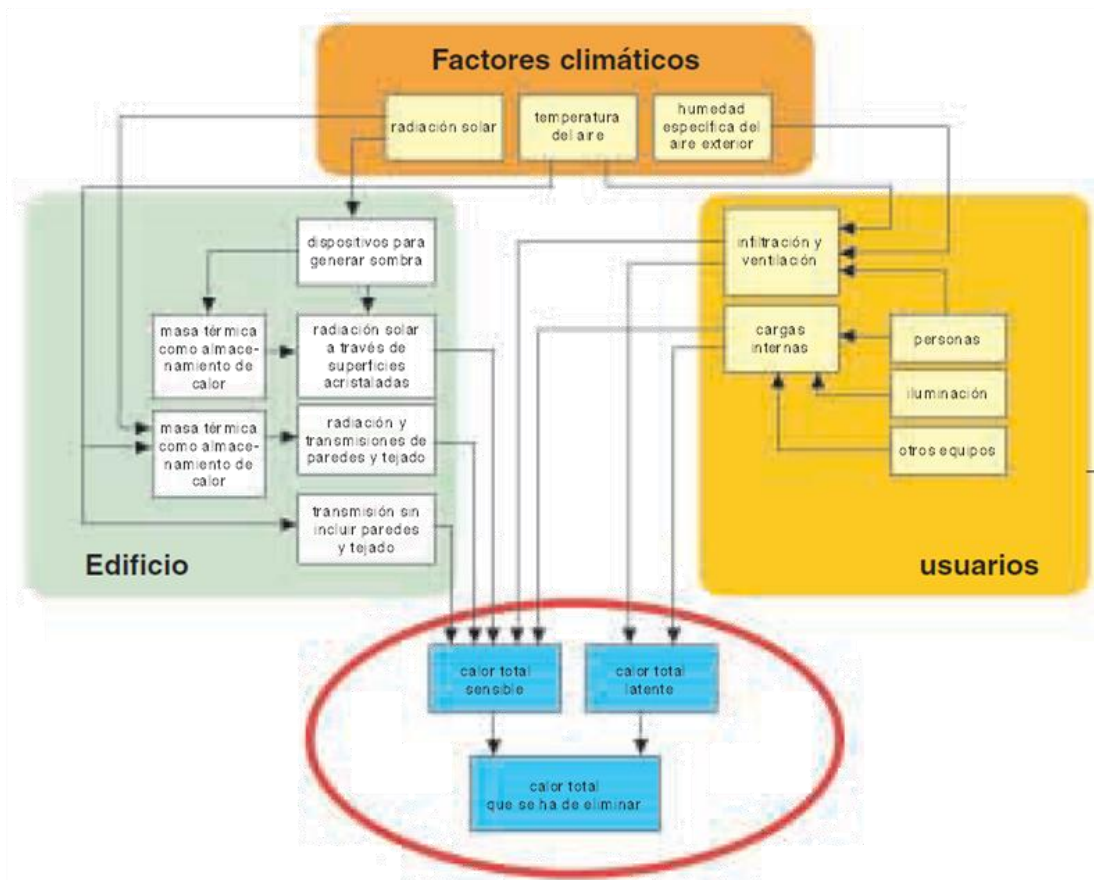
- Si hay energía solar disponible, la ganancia energética procede del colector y se añade al sistema de almacenamiento.
- Si hay energía solar disponible y hace calor en el edificio, la ganancia energética se utiliza para cubrir otras necesidades del edificio como su propia refrigeración.
- Si no hay energía solar disponible, y hace falta aplicar calor en el edificio y la unidad de almacenamiento tiene cierta cantidad de energía almacenada, se utiliza esta.
- Si no hay energía solar disponible, y hace falta calor en el edificio, se utiliza la energía auxiliar convencional para cubrir las necesidades del edificio.



Existen diferentes sistemas de climatización como lo son:

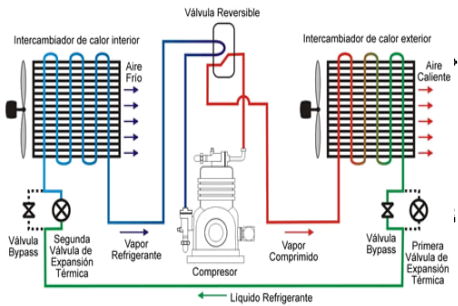





- Sistemas cerrados: son máquinas frigoríficas que proporcionan agua fría que se utiliza en unidades de acondicionamiento de aire para suministrar aire acondicionado (enfriado, deshumidificado) o que se distribuye a través de una red de agua fría a las estancias designadas para poner en marcha instalaciones de estancias descentralizadas (máquinas frigoríficas de absorción y máquinas frigoríficas de adsorción )

Así mismo contamos con sistemas de ciclo cerrado y abierto, los cuales se encuentran los descritos en la siguiente tabla.<sup>41</sup>:



4.4 Diagrama de flujo tomado de **Guía de refrigeración solar**, Delorme Marc, Mugnier Daniel, Quinette: Tecsol Jean Yves, con el respaldo de la Comisión Europea (Dirección General de Energía y Transporte), septiembre 2004, [http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL\\_CASTELLANO.pdf](http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL_CASTELLANO.pdf)

<sup>41</sup> Documento online en pdf, **Energía solar térmica para refrigeración**, Fundamentos de energía solar térmica, escrito por Ing. Juan Andrés Míguez., Noviembre 2010, [http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/mono\\_JA\\_Miguez.pdf](http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/mono_JA_Miguez.pdf)

TECNOLOGÍAS DE AIRE ACONDICIONADO SOLAR				
MÉTODO	CICLO CERRADO		CICLO ABIERTO	
CICLO REFRIGERANTE				
PRINCIPIO	Agua fría		El refrigerante (agua) está en contacto con la atmósfera	
FASE DE SORBENTE	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
ESQUEMA				
MATERIALES UTILIZADOS	Agua-gel de sílice	Agua- bromuro de litio Amoniaco- agua	Agua-gel de sílice Agua- cloruro de litio	Agua-cloruro de calcio Agua-cloruro de litio
TECNOLOGÍA DISPONIBLE	Refrigeración por absorción	Refrigeración por absorción	Refrigeración evaporativa con desecante	(Próximamente en el mercado)
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN (Kw frío)	50-430 kW	15 kW-5MW	20 kW-350 kW (por módulo)	
COP TÍPICO	0.5-0.7	0.6-0.75 (efecto simple)	0.5 >1	>1
TEMP DE ACCIONAMIENTO	60-90 °C	80-110°C	45-95°C	45-70°C
COLECTORES SOLARES	Tubos de vacío, colectores de placa plana.	Tubos de vacío	Colectores de placa plana, colectores solares de aire	Colectores de placa plana, colectores solares de aire
TECNOLOGÍAS EN MÉXICO	Aire acondicionado híbrido termo solar de la marca Skygreen con una capacidad de 500-700 W mayoritariamente de uso residencial . Sistema de aire acondicionado marca Conermex de uso comercial (congelador): Refrigerador de 225 litros de alta eficiencia, 260 Wp de paneles solares, 3 baterías de 115 Ah, controlador de carga a 12 V, 20 Amp .			
*COP_ Coeficiente de rendimiento.				

4.5 Tabla modificada de **Guía de refrigeración solar**, Delorme Marc, Mugnier Daniel, Quinette: Tecsol Jean Yves, con el respaldo de la Comisión Europea (Dirección General de Energía y Transporte), septiembre 2004, [http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL\\_CASTELLANO.pdf](http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL_CASTELLANO.pdf)

#### 4.4 ENERGÍA PARA SERVICIOS ESPECÍFICOS DE UN HOSPITAL.

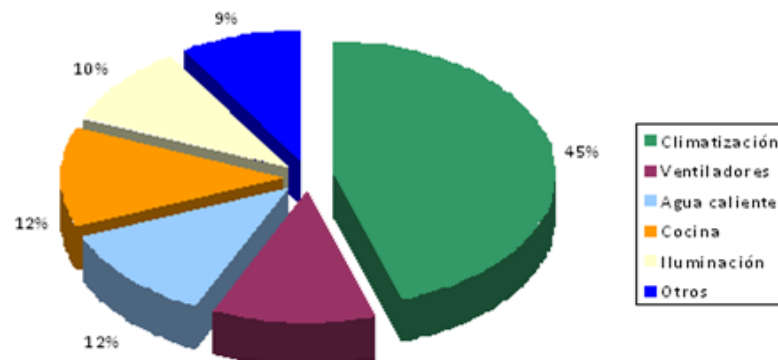
De acuerdo a la Secretaría de Energía (SENER) de México: “los hospitales son grandes consumidores de energía eléctrica y térmica que tienen que elaborar una Administración de la Energía para poder disminuir su consumo energético, costos de operación, emisiones contaminantes y de esta manera aumentar su eficiencia energética y preservar los recursos naturales.”, por lo que elaboraron un documento llamada “Guía de Administración de la Energía y Eficiencia Energética en Hospitales” disponible desde el año pasado.<sup>42</sup>

La energía es fundamental para el funcionamiento de las distintas unidades y áreas de los hospitales. Se suele hacer uso de la climatización producida por la combustión de diesel, gas L.P.; los cuales han traído a la población afecciones pulmonares, cardiacas y muchas de estas se han vuelto crónicas.

En general, la infraestructura y las tareas específicas del hospital, determinadas por el nivel de atención, dictaminan su estructura de consumo de energía, requiriendo siempre de sistemas de emergencia con combustibles convencionales y siendo parte importante del cuarto de máquinas.

De igual manera, es importante saber que en México el 75% de la electricidad se genera a base de combustibles fósiles utilizados en centrales termoeléctricas, las cuales consumen: gas natural, carbón, por lo que un aumento en el consumo de electricidad trae consigo un incremento en la generación de dióxido de carbono y otros gases contaminantes dañinos para el medio ambiente.

En los hospitales se consume energía durante todos los días del año, 8760 horas, energía eléctrica y combustible como diesel y gas L.P. La mayor parte de esta energía se dedica a la climatización de las diferentes estancias del edificio, la ventilación, la iluminación y el suministro de ACS.



4.6 Gráfica tomada de Ipsom, **Hospitales**, España, <http://www.ipsom.com/clientes/eficiencia-energetica-hospitales/>

<sup>42</sup> SENER, **Guía de Administración de la Energía y Eficiencia Energética en Hospitales**, Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, México, 2010, [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia\\_de\\_admon\\_y\\_ee\\_en\\_hospitales](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia_de_admon_y_ee_en_hospitales)

#### 4.5 CONCLUSIONES PREVIAS.

De manera que algunas de las mejoras en edificios existentes e implementaciones en nuevos conllevan los siguientes puntos:

- a) Sistemas de climatización
- b) Detección automatizada de espacios con temperaturas inadecuadas.
- c) Revisión periódica de los termostatos y temporizadores.
- d) Definición de zonas diferentes según las necesidades de clima. No todas las estancias del hospital necesitan la misma temperatura ni están ocupadas las mismas horas (ej. áreas administrativas, quirófanos, salas de espera).
- e) Uso de una banda muerta lo suficientemente ancha: esta evitará que la calefacción y la refrigeración funcionen al mismo tiempo.
- f) Se debe hacer circular el aire de las zonas limpias a las zonas con más presencia de agentes infecciosos para aprovechar al máximo el sistema.
- g) El uso de ventiladores con velocidad variable para regular la potencia del sistema de ventilación según las necesidades en cada momento y la combinación de estos con la climatización natural (por la envolvente).
- h) Mantenimiento regular del sistema de ventilación para detectar fugas, obstrucciones en filtros, etc. que disparan el consumo de los ventiladores.
- i) Instalación de lámparas de bajo consumo. Sustitución de los fluorescentes por fluorescentes trifósforo que proporcionan una luz más parecida a la natural y duran más. Uso de LEDs.
- j) Uso de circuitos en paralelo que permitan apagar las luces más próximas a las ventanas independientemente de las otras. Así no se deben tener encendidas las luces allí donde la iluminación natural es suficiente, dando también más confort a los pacientes.
- k) Apagado manual de las luces cuando no son necesarias. Concienciación de los empleados de la importancia del ahorro energético. Control periódico para detectar luces encendidas innecesariamente.
- l) Encendido/apagado automático (automatización) de las luces mediante detectores de presencia y temporizadores.
- m) Aislamiento térmico del edificio .Dos tercios del calor generado en un hospital se pierden a través de las paredes y techos del edificio (el tercio restante se va por las puertas, ventanas y sistemas de ventilación). Es obvio por lo tanto que una mejora en el aislamiento del hospital puede conllevar una reducción drástica de las pérdidas de calor o de las entradas indeseadas de calor y de los costos de climatización.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Ipsom, eficiencia energética, **Hospitales**, España, <http://www.ipsom.com/clientes/eficiencia-energetica-hospitales/>



5

Residuos

## 5.1 R.S.U. (*Residuos sólidos urbanos*).

Los residuos sólidos urbanos (R.S.U.) son los generados principalmente en los hogares. En las grandes zonas metropolitanas del país, la cobertura en la recolección de los residuos alcanza 95%, mientras que en las ciudades medias varía entre 75 y 85% y en las pequeñas áreas urbanas entre 60 y 80%.

Para 2008 se estimó que el 67% de los R.S.U. generados en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados y el 33% restante en sitios no controlados, en donde el Distrito Federal dispuso de casi la totalidad de sus R.S.U. en rellenos sanitarios y sitios controlados. Considerando el tipo de localidad, en las zonas metropolitanas más del 80% de los R.S.U. se dispuso en rellenos sanitarios o sitios controlados, mientras que en las localidades rurales y semiurbanas este porcentaje apenas alcanzó el 3.2%.

## 5.2 R.P.B.I. (*Residuos peligroso-biológico infecciosos*).

Son aquellos que reúnen las características del CRETIB<sup>44</sup>:

- a) corrosividad ,
- b) reactividad ,
- c) explosividad ,
- d) toxicidad ,
- e) inflamabilidad o ser
- f) biológico-infeccioso.

En el periodo de 2004 a 2009, la Zona Metropolitana del Valle de México fue la principal generadora de R.P.B.I. en el país, con el 43.7% del total (en su mayoría sólidos y aceites gastados).

En cuanto a la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos deberá darse destino final a las unidades de sangre y componentes sanguíneos cuando esta no es segura de acuerdo a los lineamientos descritos en la norma ,las que pasan su

<sup>44</sup>



periodo de vigencia, las que son devueltas al banco de sangre cuando hayan transcurrido dos horas o más después de su egreso; aquéllas en las que se hubiere abierto el sistema, que contengan aire, que muestren signos de cambio físico o que tengan una temperatura inapropiada.<sup>45</sup> Para su disposición final deberá ser por los siguientes métodos: Incineración, inactivación viral (esterilización, utilizando soluciones de hipoclorito de sodio con una concentración del 4 al 7 % de cloro libre, manteniéndose de esta manera durante una hora, previo a su desecho).

En cuanto a la cantidad de residuos generados dentro de hospitales se tiene la siguiente clasificación<sup>46</sup>:

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<p>Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III.</p> <p>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día.</p> <p>Unidades hospitalarias psiquiátricas.</p> <p>Centros de toma de muestras para análisis clínicos.</p>	<p>Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas;</p> <p>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día;</p> <p>Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos, o</p> <p>Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI.</p>	<p>Unidades hospitalarias de más de 60 camas;</p> <p>Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas;</p> <p>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día, o</p> <p>Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.</p>

4.7. Tabla tomada de **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**, Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos- clasificación y especificaciones de manejo.

<sup>45</sup> Lineamientos establecidos en la **NOM-003-SSA2-1993**

<sup>46</sup> Lineamientos establecidos en la **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**, Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos- clasificación y especificaciones de manejo.

Se debe seguir el siguiente proceso:

a) Identificación de los residuos .Se realizará de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.2 Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
4.4 Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.5 Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

4.8.Tabla tomada de **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**, Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos- clasificación y especificaciones de manejo.

- b) Envasado de los residuos generados.
- c) Almacenamiento temporal.( Nivel I: Máximo 30 días,Nivel II: Máximo 15 días,Nivel III: Máximo 7 días. Los residuos patológicos, humanos o de animales ,que no estén en formol, deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C.Esta área debe estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías, estar techada, ser de fácil acceso, para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales)
- d) Recolección y transporte externo.
- e) Tratamiento, (Deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados, deben ser incinerados o inhumados en sitios autorizados por la SSA.)
- f) Disposición final (Serán trasladados a rellenos sanitarios correspondientes).

La disposición final adecuada de residuos se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones, como son los rellenos sanitarios y los sitios controlados, cuyas características permiten prevenir su liberación al ambiente y las posibles afectaciones a la salud de la población y de los ecosistemas.



### 5.3 RELLENOS SANITARIOS.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura.<sup>47</sup> Utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica llamados lixiviados, es de gran importancia tomar en cuenta la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control, en el caso de México la SEMARNAT tiene establecidas las áreas en las que está permitido la existencia de estos.

Hay distintos tipos de relleno sanitario:

- a) Relleno sanitario mecanizado (diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones).
- b) Relleno sanitario semi-mecanizado (disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno).
- c) Relleno sanitario manual (pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento).

Para poder tener un panorama más claro se encuentra la siguiente tabla:

---

<sup>47</sup> BVSDE (Biblioteca Digital de desarrollo sostenible y salud ambiental), documento en pdf titulado **Unidad 3.El relleno sanitario**, Organización Panamericana de la Salud Washington, D.C.20037,U.S.A.[http://www.bvsde.paho.org/curso\\_rsm/e/unidades/unidad3.pdf](http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/unidades/unidad3.pdf)

CARACTERÍSTICAS DE LOS RELLENOS SANITARIOS	
ESQUEMA	
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN	<p><b>Método de trinchera o zanja (se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas).</b></p> <p><b>Método de área (áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno).</b></p>
FACTORES DE OPERACIÓN	<p>Supervisión constante durante la construcción y operación del mismo. Considerar la altura de la celda diaria para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad. El cubrimiento diario con una capa de 0.10 a 0.20 m de tierra o material similar. La compactación de los RSU con capas de 0.20 a 0.30 m de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. Lograr una mayor densidad (peso específico). Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente (teniendo control de las emisiones de metano y los líquidos lixiviados). El cubrimiento final de unos 0.40 a 0.60 m de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar vegetación.</p>
REACCIONES QUÍMICAS Y FÍSICAS	<p>Los cambios físicos más importantes están asociados con la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario (biogás), el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo (lixiviado). Disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSU, la evaporación de compuestos químicos y agua y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas. Primero existen reacciones que generan bióxido de carbono para más tarde en una fase anaerobia transformarse en metano y cantidades traza de amoníaco y ácido sulfhídrico.</p>
VENTAJAS	<p>La inversión es menor comparada con la incineración o composta. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento. Recibe todo tipo de RS. Genera empleos. Genera gas metano como posible fuente energética. Su emplazamiento puede ser cercano a la ciudad siempre y cuando se tome en cuenta la dirección de los vientos dominantes. Permite darle otro uso a terrenos improductivos o marginales ya que a la larga podrán ser convertidos en áreas verdes. Puede comenzar a funcionar de inmediato.</p>
DESVENTAJAS	<p>La adquisición del terreno dentro de la ciudad puede ser difícil, pero por ello existen lugares ya determinados por la SEMARNAT, se necesita compromiso por parte de la empresa que lo construya y mantenga, no se puede construir infraestructura pesada después de su clausura y la construcción de viviendas y escuelas deberá llevar a cabo primero un estudio de emisiones ambientales dentro del sitio, puede causar impacto ambiental nocivo si no se ejercen medidas de mitigación en cuanto a los gases y lixiviados, los predios o terrenos colindantes pueden devaluarse; no puede recibir RPBI (necesitan un tratamiento primero).</p>

4.9. Tabla de elaboración propia.

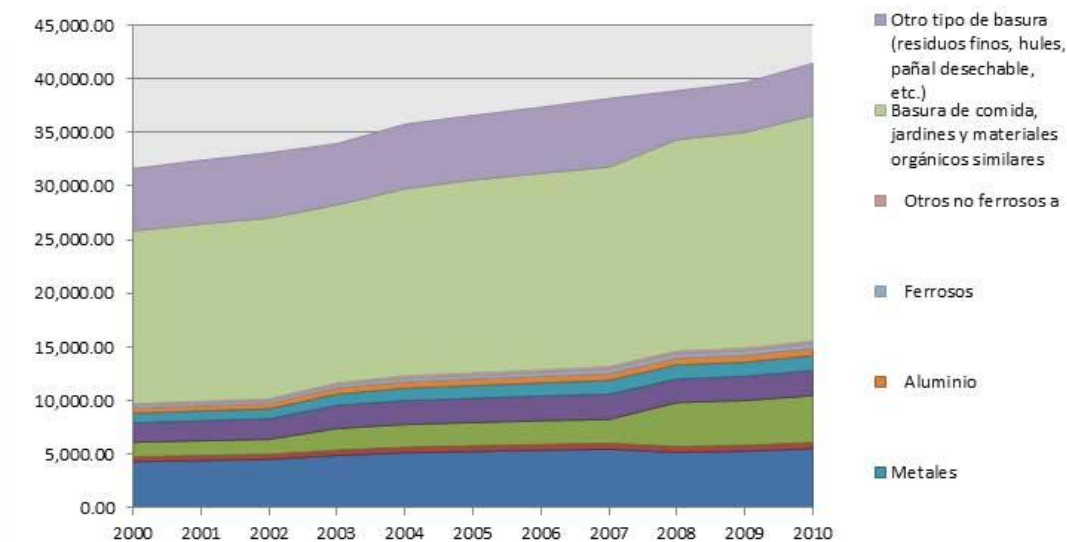
No deja de ser importante considerar el uso futuro del relleno sanitario, el cual depende del clima, de su localización respecto al área urbana y por lo tanto de su distancia. Es por ello que de los gases emitidos por estos rellenos es posible concebir otra fuente de energía denominada: Biogás.

### 5.3.1 EL GAS METANO COMO POSIBLE FUENTE ENERGÉTICA (BIOGÁS).

Se puede afirmar que los proyectos más rentables a corto y mediano plazo para el aprovechamiento de los bioenergéticos son los que provienen de residuos, tales como rellenos sanitarios, con una disposición de 28.2 millones de toneladas anuales y una composición aproximada del 53% de residuos orgánicos, que son enviados a 186 rellenos sanitarios.

De manera que tomando en cuenta los recursos antes descritos, se podría generar entre 1,629 y 2,248 toneladas al año de metano, y producir entre 652 y 912 MW de energía eléctrica. El 58.9% de los residuos sólidos urbanos manejados en los rellenos sanitarios se localizan en siete entidades federativas: Distrito Federal, Estado de México, Puebla, Veracruz, Guanajuato, Nuevo León y Jalisco, con una generación de 16,647 ton<sup>48</sup>.

En la siguiente gráfica se muestra un crecimiento constante en la generación de residuos de material orgánico del 2.7 % anual, residuo con gran potencial para la producción de biogás.



5.0 .Gráfica de generación de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo, periodo 2000-2010, fuente: SNIARN.

<sup>48</sup>Página electrónica de la SENER, Biogás, SENER, 20 de abril de 2012, <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2195&lang=2>

Así mismo, el potencial de producción de biogás en las plantas tratadoras de aguas residuales depende del contenido del material orgánico que puede ser entre el 5 y el 10 % que se procesan en el caudal. De manera que la canalización de este gas resulta productivo y una medida sustentable en la que se reúsa un elemento que podría llegar a considerarse como inservible.

#### 5.4 INCINERACIÓN.

La incineración es un proceso mediante el cual se realiza la combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas, usada en el tratamiento de basuras: residuos sólidos urbanos, industriales peligrosos y hospitalarios, entre otros.

Los productos de la combustión son cenizas, gases, partículas tóxicas y algunas con efectos cancerígenos (al menos el 22,5% en peso de los residuos quemados, según los datos más conservadores).

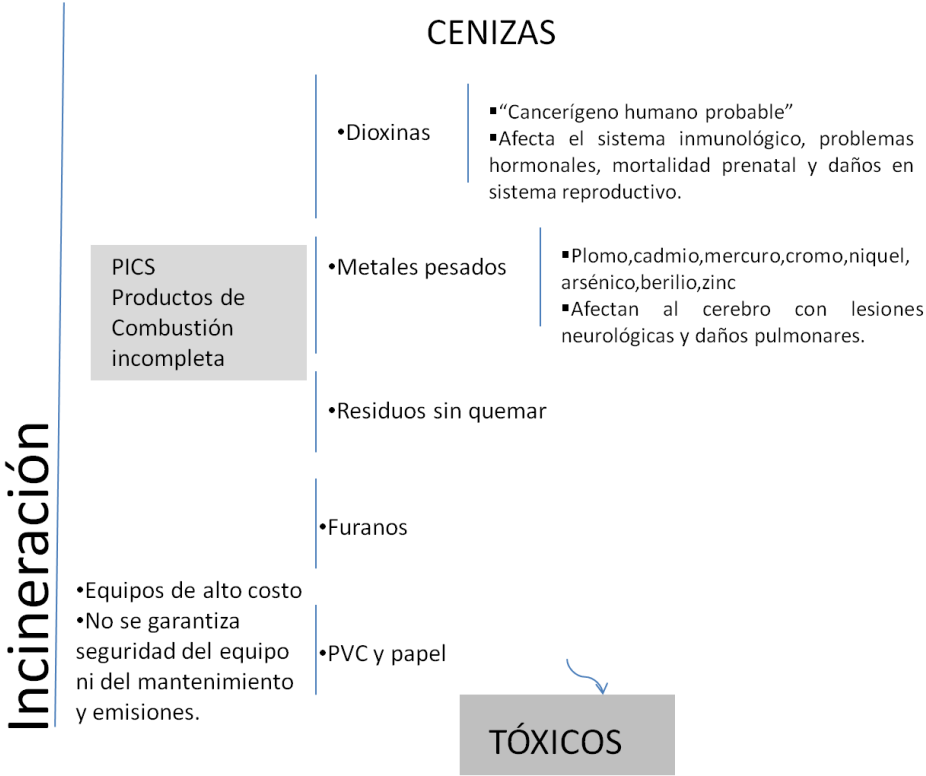
El problema de las empresas que realizan este tipo de procesos es que suelen prometer un monitoreo continuo de los gases de la chimenea, pero esto no es tan cierto debido a que las dioxinas no pueden ser monitoreadas continuamente y los gases no brindan información real sobre las cantidades que están siendo emitidas por lo cual es difícil determinar el grado de contaminación en el ambiente. De igual manera los incineradores de residuos también producen residuos como lo son las cenizas y efluentes líquidos. ¿Cuál es la respuesta que dan las empresas incineradoras sobre el destino que darán a las cenizas? Si alegan que son inocuas, y la autoridad quiere creerlo, tiene al menos la responsabilidad de probarlo, pero debido a que son pruebas costosas se vuelve un ciclo en el que no se obtienen respuestas reales.

Ahora bien, otro problema es constituido cuando estos desechos no se incineran en el lugar, ni se envían a los incineradores existentes que queman este tipo de residuos, los desechos hospitalarios son enviados con la basura común a los rellenos sanitarios o a los basureros a cielo abierto. Por lo que, de acuerdo a las conclusiones planteadas por el informe sobre incineración de Greenpeace: "Los hospitales y los funcionarios que decidan instalar incineradores estarán decidiendo generar un gravísimo riesgo de origen químico, que puede ser aún más importante que el riesgo biológico generado por el enterramiento sin tratamiento de los residuos infecciosos"<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> Greenpeace España, **La incineración no es la solución**, 2010, <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Parar-la-contaminacion/Incineracion-de-residuos/>

De manera que para entender lo que provoca el proceso de incineración se presenta el siguiente esquema:





5.1. Esquema de elaboración propia.

### 5.4.1 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE GENERACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS POR INCINERACIÓN.

Los servicios de salud deben cumplir un rol ejemplar en la protección de la salud y del medio ambiente. Actualmente la incineración sigue siendo el proceso más económico, pero no por ello el mejor, debido a lo antes expuesto en donde los escasos recursos disponibles para proteger la salud pública no deben ser desperdiciados generando nuevos problemas sanitarios por lo que alternativas a la incineración son las siguientes, en donde la idea central siempre es hacer del reciclaje una parte clave del proceso y como tal uno de los mayores objetivos a seguir para así poder llevar estos residuos a un proceso de rellenos sanitarios o de reciclaje común con los RSU:

TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS AL USO DE INCINERADORES		
	AUTOCLAVE	DESINFECCIÓN POR MICROONDAS
ESQUEMA		
DESCRIPCIÓN	<p>Empleada en objetos reutilizables como jeringas y otros instrumentos médicos se puede reutilizar hasta el 45%. Después del proceso algunos residuos son reutilizados y otros enviados a rellenos sanitarios. Equipos pequeños a industriales. El proceso se realiza en cámaras en las que se introduce vapor a presión, a temperaturas entre 120° y 1650°C, durante 30 a 90 minutos. El vapor asegura la destrucción de bacterias y microorganismos patógenos. Con este tratamiento los residuos se reducen en un 75% de su volumen y pueden depositarse directamente en un vertedero o compactarse. Estos residuos representan menos del 0,2% de los residuos sólidos urbanos que se depositan en el vertedero.</p>	<p>Una tecnología limpia de tratamiento de residuos médicos que combina, en un proceso continuo, una potente trituración con un calentamiento de los residuos mediante un sistema de microondas asegurando su total secado. Una trituración de tipo lento, de gran potencia, sobre 4 ejes, con gestión de residuos aleatorios y no triturables; la trituradora está ubicada en la parte delantera del equipo y es descontaminable químicamente. Un sistema térmico microondas continuo sin utilizar vapor ni agua y sin producir ningún vertido líquido, sólido o evaporable, ni radiaciones e inodoro. Obtención de una granulometría muy fina. Una tecnología 100% ecológica y con cero contaminación. Se realiza en presencia de calor húmedo y microondas convencionales. Equipos en unidades fijas o móviles, dentro o fuera del predio. A una temperatura de 940°C. Los residuos se reducen en un 80% en volumen y se pueden depositar en vertederos.</p>
TECNOLOGÍA DISPONIBLE	<p>Volumen de cámara entre 1500 y 4000 lts. Avanzado sistema de control con pantalla táctil, optativo. Sistemas de carga automático o manual. Sistemas de puerta automático o manual. Esterilización por corriente de aire pre-vacío. Ninguna puerta se abrirá si aún hay presión en la cámara. Ninguna puerta se abrirá si la cámara o la carga tienen temperatura muy alta. En el sistema con puerta doble es imposible abrir simultáneamente ambas puertas. La puerta se abrirá si se detecta un objeto frente a ella mientras se está cerrando.</p>	<p>Dimensiones 11m de longitud x 3.5m de ancho x 5.5m de alto (36' x 11'6" x 18'). Peso 12 toneladas. Tipo de tratamiento Pre-triturado con tecnología de desinfección por tratamiento microondas. Tipo de proceso Proceso continuo automático -Emisiones Cero emisiones. Vida del cortador ( triturador) Hasta 1500 toneladas. Liberación de residuos Servido en un contenedor con un transportador de tornillo de salida. Salida Recuperación y reciclaje de los residuos que dejan. Capacidad del proceso Hasta 300 kg/h. Consumo de energía alrededor de 60 kWh. Espacio mínimo requerido 20m x 15m (6m de altura). Requerimientos de personal sin operador especializado.</p>
CONTACTO	TUTTNAUER <a href="http://es.tuttnauer.com/autoclaves-m%C3%A9dicos/medical-waste-autoclaves/autoclave-para-grandes-cantidades-de-desechos">http://es.tuttnauer.com/autoclaves-m%C3%A9dicos/medical-waste-autoclaves/autoclave-para-grandes-cantidades-de-desechos</a>	ECOSTERYL <a href="http://www.ecosteryl.net/es/ecosteryl250.php">http://www.ecosteryl.net/es/ecosteryl250.php</a>

	DESINFECCIÓN QUÍMICA	ESTERILIZACIÓN POR VAPOR
ESQUEMA		
DESCRIPCIÓN	<p>Contacto con un producto químico desinfectante que mata o inactiva agentes infecciosos. Puede producir: Efluentes químicos, Residuos radiactivos. Al trabajar con temperaturas más elevadas, el nivel de compactación de la carga es mayor, por tanto disminuye el volumen residual. Es posible la validación de los ciclos con los controles biológicos existentes en el mercado para la esterilización por vapor. La validación de los procesos de desinfección resulta mucho más difícil por cuanto no existen en el mercado controles para tal fin. Ello obliga al usuario de los equipos a invertir una suma de dinero importante para poder garantizar la efectividad del proceso de desinfección.</p>	<p>Esta tecnología consta de una trituradora a elevadas temperaturas y una unidad de esterilización. En la desfibadora, los líquidos orgánicos se evaporan y los sólidos pasan directamente a gas, por la acción del vapor a temperaturas elevadas, entre 500°C y 700°C. En una hora los residuos médicos se funden en una masa estéril, que posteriormente se enfría, y se recogen en un contenedor o bien se trituran en una trituradora reduciendo de un 50% a 80%. Existen tres diferentes tipos de mecanismo: Sin vacío (Estos equipos se componen de una cámara con dos compartimentos en la que se lleva a cabo primero la trituración, seguida de la esterilización a vapor. La principal ventaja de este sistema es que el volumen de residuos se ve reducido en un 80% gracias a la trituración), con vacío (estos sistemas no alcanzan los altos niveles de desinfección a causa del aire remanente en la cámara ; normalmente sólo alcanzan el 99.99% de desinfección de los gérmenes), sistemas con ciclo de vacío fraccionado ( se realiza extrayendo el aire e inyectando vapor repetidamente lo que facilita la penetración del agente esterilizante. Con este tipo de ciclo, a una temperatura de 134 °C, se garantiza no solo la desinfección sino la esterilización de un el 99.9999% de los gérmenes).</p>

5.2. Tabla de elaboración propia, tomando en cuenta información de varios sitios ,entre ellos: **Tratamiento de residuos sanitarios**, Grupo tecnomatrix, <http://www.grupotecnomatrix.com/multimedia/tratamiento%20de%20residuos%20biosanitarios/Tratamiento%20de%20residuos%20sanitarios.pdf> y Greenpeace España , **La incineración no es la solución**, 2010, <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Parar-la-contaminacion/Incineracion-de-residuos/>



## 5.5 CONCLUSIONES PREVIAS.

Ahora bien, debido a que los hospitales generan R.P.B.I. y R.S.U. al mismo tiempo sino se tienen las medidas antes descritas de separación, envasado y recolección llega a ser muy probable que del 5% de R.P.B.I. que realmente no pueden ser reciclados; terminen contaminándose los demás residuos como sucede.

Actualmente se hace uso de almacenes temporales en los que se colocan contenedores plásticos diferenciándolos por color, ocupando un espacio aproximado de 20 m<sup>2</sup>, son importantes las medidas de ventilación o iluminación requeridas y el factor de continuidad en su recolección, que varía de acuerdo al nivel de atención del mismo, para evitar emisiones que pudieran dañar al personal que maneja los residuos.

De acuerdo a la investigación de campo realizada este tema la generación de R.P.B.I. es alrededor de un 15% en relación con el R.S.U., por lo que la variación de la misma depende de una correcta clasificación y políticas de supervisión.

Actualmente, el IMSS tiene este servicio subrogado con una serie de empresas que se dedican a combinar los procesos de esterilización de objetos con sangre por ejemplo y sólo la incineración de residuos patológicos, provocando que con esto su reducción vaya en proceso. En cuanto a costos no representan un elemento significativo ya que aproximadamente el kg. De R.P.B.I. ronda los \$10.00 m.n. y el R.S.U. los \$7.00 m.n.

Es por los datos referidos que a pesar de que en todas las unidades se pidió la medición de estos residuos generados, no se tomaron en cuenta para el análisis final de costos y factibilidad.

Sin embargo, sería adecuado que nuestro país comenzará a promover y desarrollar métodos más ecológicos en donde la incineración pueda ser reemplazada en su totalidad y sin riesgo.



6

## Sustancias tóxicas y fármacos



# Sustancias tóxicas y fármacos.

## 6.1 RESIDUOS FARMACÉUTICOS.

Hoy en día, pueden encontrarse cantidades traza de residuos farmacéuticos en suelos y aguas subterráneas de todo el mundo. Esto representa un problema grave debido a la toxicidad que pueden contener y finalmente la transmisión de esta al medio ambiente, afortunadamente en México el uso de antibióticos se encuentra más controlado por las medidas que se han tomado respecto a la entrega de recetas condicionando la entrega de medicamento, pero aún no existe esa cultura de saber qué hacer con los sobrantes de las cajas y evitar su almacenamiento, sobretodo una vez caducadas ya que la sociedad no está informada de su peligrosidad y simplemente termina en el mismo lugar que los RSU; incluso en los edificios de salud suele pasar esto.

Los centros de atención médica deberían seguir un control estricto de las existencias (por ejemplo, retirar medicamentos apenas alcancen su fecha de vencimiento), evitar compras excesivas y solo despachar las cantidades requeridas a fin de reducir la generación de residuos farmacéuticos. Los hospitales y las farmacias también pueden recuperar los productos farmacéuticos que los pacientes no hayan usado.

Quizás lo más eficiente sea centralizar los sistemas de recolección de residuos farmacéuticos a nivel regional o nacional para garantizar que se los trate de un modo. Los medicamentos de toxicidad elevada, como los fármacos citostáticos contra el cáncer, así como los analgésicos y otras sustancias controladas, requieren un manejo especial.<sup>50</sup>

## 6.2 DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS.

La desinfección se entiende como un proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos impidiendo que sigan presentes en objetos inertes como objetos o incluso en el agua con el fin de impedir infecciones.

Dentro de los edificios de salud este tema cobra relevancia debido a que se trata de espacios que no pueden permitirse estar infectados o sucios por la cantidad de pacientes que deben ser atendidos, la seguridad del personal y de los acompañantes de los mismos pacientes, debemos recordar que así como los edificios de salud nos ayudan a obtener una mejor calidad de vida si estos no siguen estrictamente protocolos de higiene pueden llegar a convertirse en focos de infección que no podrían ser contenidos solo en el edificio.

<sup>50</sup> Red global de hospitales verdes y saludables, Agenda global para hospitales verdes ,Argentina,<http://hospitalesporlasaludambiental.net/>

En cirugía, la infección de una herida quirúrgica es un constante riesgo y los antisépticos son todavía usados con extrema precaución o como una segunda línea de defensa. Una de las estrategias a nivel local más seguras y efectivas para luchar contra las infecciones de las lesiones cutáneas es la utilización de los antisépticos de uso tópico, y estos agentes juegan un rol importante en dermatología.<sup>51</sup>

De manera que tomando las definiciones de este artículo sería de la siguiente manera:

- a) **Antiséptico:** Es un biocida o sustancia química que se aplica sobre los tejidos vivos (piel intacta, membranas, mucosas, quemaduras, laceraciones o heridas abiertas), con la finalidad de destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. No tiene actividad selectiva ya que elimina todo tipo de gérmenes, puede ser tóxico en altas concentraciones. Son sustancias de uso estrictamente; su objetivo debe ser eliminar o destruir los microorganismos presentes en la piel sin alterar las estructuras.
- b) **Desinfectante:** Es un agente químico que se aplica sobre superficies o materiales inertes o inanimados, para destruir los microorganismos y prevenir las infecciones, también se pueden utilizar para desinfectar la piel y otros tejidos antes de la cirugía. Son tóxicos protoplasmáticos susceptibles de destruir la materia viviente, y no deben ser utilizados sobre tejidos vivos.

#### *6.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ANTISÉPTICOS Y DESINFECTANTES.*

Así mismo existen diferentes clasificaciones de desinfectantes como se describen a continuación:

- a) **Desinfectantes de bajo nivel:** Pueden destruir la mayor parte de las formas vegetativas bacterianas.
- b) **Desinfectantes de nivel intermedio:** Consiguen inactivar todas las formas bacterianas vegetativas, incluyendo la mayoría de los virus y hongos filamentosos.
- c) **Desinfectantes de alto nivel:** Consiguen destruir todos los microorganismos, excepto algunas esporas bacterianas.

---

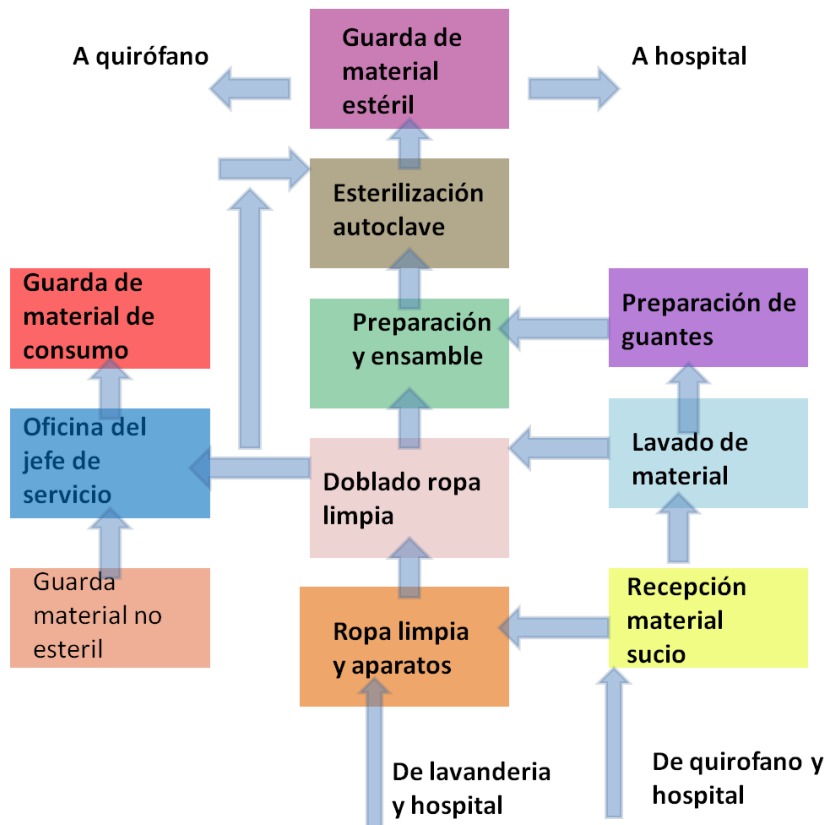
<sup>51</sup> Revista online llamada Dermatología peruana vol. 15, **Antisépticos y desinfectantes**, artículo escrito por Leonardo Sánchez Saldaña, Perú, 2005, documento en .pdf, <http://es.scribd.com/doc/28475374/Antisepticos-y-Desinfectantes>

Dentro de la siguiente tabla se hace referencia los desinfectantes y antisépticos utilizados en los hospitales:

CLASIFICACIÓN DE DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS			
GRUPO	CARACTERÍSTICAS	MÁS UTILIZADOS	APLICACIONES
Alcoholes	Son compuestos orgánicos del agua, usados en medicina como antisépticos de limpieza y desinfección de heridas, son un buen solvente de otros productos, entre ellos muchos antisépticos y desinfectantes.	Alcohol etílico o etanol (70-96%) y el alcohol isopropílico (70-100%).	Se utiliza muy frecuentemente para la desinfección o limpieza de la piel, no debe usarse para desinfección del instrumental.
Aldehídos	Son compuestos intermedios entre los alcoholes y ácidos. Los aldehídos tienen alta toxicidad y por ello hoy en día no se utilizan como antisépticos.	Formaldehído y el glutaraldehído.	Desinfectantes de alto nivel o para esterilización de instrumentos como endoscopios, equipos de terapia respiratoria, hemodiálisis y equipo dental que no pueden ser expuestos a altas temperaturas en un equipo de autoclave.
Anilidas	El triclocarbán tiene una acción bactericida contra bacterias positivas. Es muy utilizado como agente antibacteriano; insoluble en agua pero soluble en grasas. Es utilizado en	El triclocarbán	Es usado como agente antibacteriano y antimicótico en desinfectantes, formando parte de los jabones para asepsia de la piel y desodorantes.
Biguanidas	Tienen una acción como fungicida y virucida es limitada.	Clorhexidina, alexidina y las biguanidas poliméricas.	Acción como fungicida y virucida.
Bisfenoles	Son derivados hidroxihalogenados de dos grupos fenólicos, conectados por varios puentes.	Triclosán(0,3% al 2%. )y hexaclorofeno.	Jabones antisépticos prequirúrgicos ,lavado de manos, pasta dental, baño de pacientes en casos de epidemias, preparación preoperatoria del paciente, control de brotes de infección o sepsis intranosocomiales. La absorción de hexaclorofeno por la piel sana es elevada, por lo que la falta de enjuague podría ocasionar la aparición de niveles tóxicos en la sangre.
Diamidinas	Constituyen un grupo de compuestos orgánicos utilizados como agentes antimicrobianos y preservantes, usados para el tratamiento tópico de las heridas.	Propamidina (4,4-diamino-difenoxipropano) y dibromopropamidina (2,2-dibromo- 4,4-diaminodifenoxipropano).	Tratamiento tópico de las heridas, en forma de crema a una concentración de 0,15%,pomada oftalmológica
Halogenados	Compuestos no metálicos que forman sales haloideas, caracterizados por su fuerte electronegatividad.	Los compuestos de cloro (hipocloritos y yodo).	Microbicidas con propósitos antisépticos y desinfectantes, desinfección de tanques de hidroterapia, limpieza de equipos de diálisis, limpieza de lavatorios, limpieza de vajilla, lavado de ropa en general, desinfectante en derrames de sangre contaminada con VIH y hepatitis, gas ,tratamiento de úlceras crónicas y crema con ozono. Es corrosivo y puede inducir asma.
Fenolones	Son alcoholes aromáticos, son bactericidas a bajas concentraciones.Se empleó a la dosis de 0,4% a 0,5% por sus propiedades antisépticas y preservativas, pero hoy en día se ha abandonado como antiséptico cutáneo debido a su toxicidad y ha sido sustituido por derivados generalmente bien tolerados.	Halofenoles (cloroxilenol) y bisfenoles (triclosán y hexaclorofeno).	Jabones
Compuestos de amonio	Son agentes activos catiónicos;son bactericidas, fungicidas y virucidas, actuando sobre virus lipofílicos pero no sobre los hidrófilos.		Desinfección preoperatoria de la piel intacta, aplicación en membranas mucosas, desinfección de superficies no críticas, desodorante ,limpieza de superficies ásperas o difíciles.
Detergentes aniónicos	Compuestos de grupos carboxilo como porción hidrófila: jabones, saponinas, sales biliares, ácidos grasos disociables.	Laurilsul-fato sódico Sulfonato de alquilbenceno.	Desinfectante usado en limpieza de sanitarios. Es de rápida actuación, unos 30 segundos.
Colorantes	La utilización de los colorantes se ha limitado al uso como antisépticos locales, ya que poseen una especificidad frente a diversos tipos de bacterias.	Acridinas y los trifenilmetanos, el cristal violeta, violeta de metilo y el violeta de genciana.	Desinfección de superficies que contengan restos de grasa y aceite ,fungicida, en las candidiasis orales, antisepsia de las afecciones víricas muco cutáneas.
DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS MÁS UTILIZADOS EN EL IMSS	Detergente y desinfectante líquido,desinfectante para aseo de quirófano,Hipoclorito de calcio al 35%,Tableta para desinfectar y clorar,Producto químico sanitizante portector y desinfectante,detergente,desinfectante y desodorante;Blanqueador orgánico en polvo,Blanqueador concentrado en polvo;Blanqueador líquido concentrado;Detergente en polvo para lavandería,Prelavador y removedor en polvo,Prelavador alcalino en polvo;Desinfectante líquido para utensilios;Desinfectante líquido de vegetales;Desinfectante para manos y piel;Líquido removedor de ceras y sellado;Líquido para tratamiento de trapeado;Limpiador líquido desengrasante.		

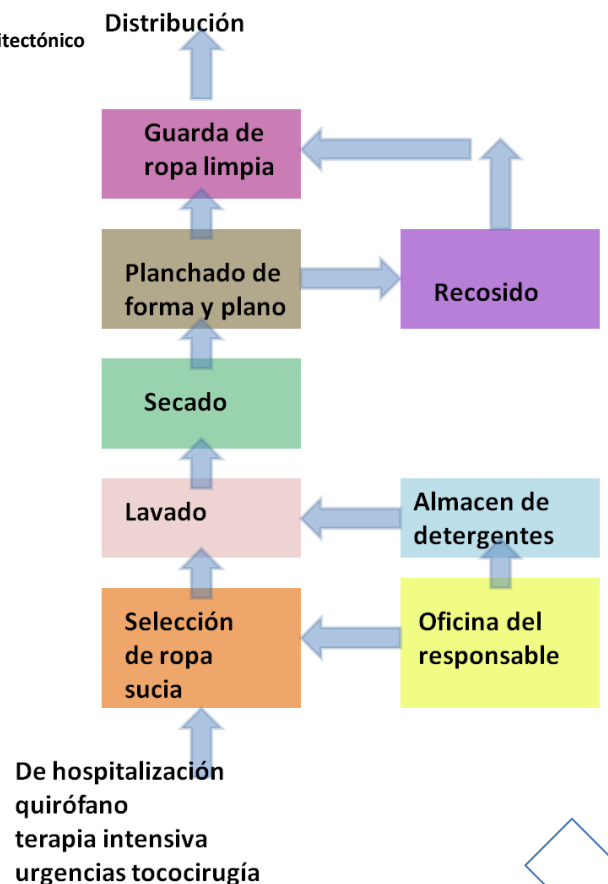
5.3.Tabla de elaboración propia, tomando en cuenta información de suministros del IMSS y otras fuentes.

A continuación se presentan los diagramas de flujo dentro de los hospitales para el manejo de ropa limpia, sucia proveniente de quirófanos como unidad rectora del conjunto:



5.4. Esquema basado en diagrama de flujo propuesto en **Normas de proyecto arquitectónico**, tomo 3, IMSS.

Todos estos elementos son de gran importancia arquitectónica porque gracias a ellos podemos determinar las dimensiones y sobretodo acondicionamientos para almacenar materiales de desinfección, ropa limpia, etc; en donde las circulaciones nunca deben cruzarse y esto será lo que optimice el funcionamiento de un espacio médico, pero así mismo nos permite la readaptación de estos para una mayor eficacia en abastecimiento, procesos y su procesamiento final como fue descrito en el capítulo anterior.



5.5. Esquema basado en diagrama de flujo propuesto en **Normas de proyecto arquitectónico**, tomo 3, IMSS.

### 6.3 EL MERCURIO.

La importancia en el uso de este material radica en los efectos que causa en el ser humano como el hecho de que es acumulativo, nunca se desecha el que entra al cuerpo, ataca principalmente al sistema nervioso central, ocasiona deterioro al organismo, y llega a provocar malformaciones congénitas además de percances en el ambiente y en otras formas de vida afectando ecosistemas enteros (como lo está actualmente el mar).<sup>52</sup>

El mercurio es veneno para el ser humano por lo que su manejo debe ser de la siguiente manera en caso de que se rompa un objeto que lo contenga como: termóstatos, bombillas fluorescentes, barómetros, termómetros de cristal, y algunas máquinas para la presión arterial.<sup>53</sup>

Primero, de ninguna manera intente limpiar o calentar el mercurio metálico debido al vapor que puede generar, evitar el contacto con los ojos, la piel, y la ropa; el área deberá ser ventilada por agua y los residuos en forma de pequeñas “*bolitas*” deberán ser retirados con un cuentagotas pero siempre cuidando evitar el roce con la piel y colocando todo lo que haya tenido contacto con la sustancia en un contenedor rígido y etiquetado así como dar aviso al personal del edificio de salud.

#### 6.3.1 FUENTES DE LIBERACIÓN DE MERCURIO.

- a) Fuentes naturales: liberaciones debidas a la movilización natural del mercurio tal como se encuentra en la corteza terrestre, como la actividad volcánica o la erosión en las rocas;
- b) Liberaciones antropógenas (asociadas con la actividad humana) resultantes de la movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles - en particular el carbón, y en menor medida el gas y el petróleo- y otros minerales extraídos, tratados y reciclados;
- c) Las actuales liberaciones antropógenas resultantes del uso intencional del mercurio en productos y procesos durante la fabricación, los derrames, la eliminación o incineración de productos agotados y liberaciones de otro tipo;
- d) La removilización de liberaciones antropógenas pasadas de mercurio anteriormente depositado en suelos, sedimentos, masas de agua, vertederos y acumulaciones de desechos o residuos.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> Noticia online de El Universal, **Mercurio es peligroso para la salud: SSA**, escrito por CGB el día 27 de junio de 2009, consultado el día 27 de abril de 2013, <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/54420.htm>

<sup>53</sup> Documento pdf de Salud sin Daño, **Hacia el cuidado de la salud libre de mercurio., Compromiso para la eliminación del mercurio y de los elementos que lo contengan**, Argentina, [http://www.noharm.org/lib/downloads/espanol/Compromiso\\_de\\_Eliminar\\_Mercurio.pdf](http://www.noharm.org/lib/downloads/espanol/Compromiso_de_Eliminar_Mercurio.pdf)

<sup>54</sup> Documento pdf del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, **Evaluación mundial sobre el mercurio**, publicado por el PNUMA, Ginebra, Suiza, diciembre de 2002, consultado el día 28 de abril de 2013, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20report/assessment-report-summary-spanish-final.pdf>

### 6.3.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL USO DEL MERCURIO.

La siguiente es una tabla en la que podemos darnos cuenta de los aspectos más relevantes sobre el mercurio para poder identificarlos y ejecutar las medidas de mitigación correspondientes:

MERCURIO		
APLICACIONES MÉDICAS	Termómetros para medir la temperatura corporal, de Clerget para la prueba del azúcar, sistemas de frío y calor, de incubadoras y de baños de agua, de mínimo y máximo, Esfigmomanómetros, Tubos o sondas gastrointestinales, Tubos o sonda de Cantor, Dilatadores esofágicos (Bougie), Tubos o sondas de alimentación, Tubos de Miller-Abbott, Amalgamas dentales, Pilas o baterías en aparatos de uso	
APLICACIONES EN EL EDIFICIO	Productos en el edificio	Cantidad aproximada de mercurio
	Tubos de luz fluorescente	10-50 mg por tubo (dependiendo tam. Y mod.)
	Lámparas de alta densidad de descarga	10-250 mg
	Termostatos	3 g por interruptor (algunas unidades cuentan hasta con seis)
	Interruptores de mercurio incluyendo : mecánicos/ interruptores de nivel y de contacto.	3.5 gr por interruptor.
	Medidores de flujo	Frecuentemente alrededor de 5 Kg.
	Sensores de llama	3 gr.
	Reguladores de gas y medidores	Medidores de gas antiguos contienen de 2-4 gr.
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Evitar o limitar su uso, liberación directa. Aplicar tecnologías de control de emisiones. Evitar o limitar emisiones hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales o procesos de incineración de residuos. Evitar la compra de productos que lo contengan. Limitar el consumo permisible de mercurio en alimentos como el pescado.	
FASE DE ELIMINACIÓN DEL CICLO DE VIDA Y USO	Evitar mediante una recolección eficiente de desechos que este material se libere directamente al ambiente. Evitar que se mezcle con los desechos RSU. Evitar la recomercialización de mercurio utilizado o reciclado. Capacitación del personal. Cuantificación del mercurio dentro de la unidad hospitalaria. Supervisión de reducción de uso e intercambio de bienes que lo contengan. Seguimiento y adopción de una nueva cultura libre de este elemento.	
NOMS APLICABLES	Los residuos que contienen mercurio se clasifican como residuos peligrosos de acuerdo con la <b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> , la cual establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Esta norma establece que cualquier muestra de un residuo que mediante la prueba del Procedimiento de extracción de constituyentes tóxicos (PECT) descrita en la <b>NOM-053-SEMARNAT-1993</b> se determine que contiene cantidades mayores al límite máximo permisible de mercurio de 0.2 miligramos/litro de mercurio será un residuo peligroso con características de toxicidad. La <b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> también incluye el Listado relativo a la clasificación de residuos peligrosos, resultado del desecho de productos químicos fuera de especificación o caducos (tóxicos crónicos) en donde considera al mercurio en todas sus formas como residuo peligroso con propiedades de toxicidad crónica (potencial de causar daños a la salud a largo plazo). En el ámbito ocupacional la <b>NOM-010-STPS-1999</b> incluye al mercurio y sus compuestos como un contaminante en el medio ambiente laboral; establece que el límite máximo permisible de exposición de un trabajador a mercurio líquido y todas las formas inorgánicas de este metal (sales) calculado para condiciones normales de temperatura y presión y para una jornada laboral de 8 hrs. diarias y 40 horas a la semana de 0.05 mg/m <sup>3</sup> por su peligro en inhalación o contacto.	

5.6. Tabla de elaboración propia.

### 6.3.3 MANEJO DE RESIDUOS.

La gestión adecuada de desechos de mercurio es importante para reducir liberaciones en el medio ambiente, como las ocasionadas por filtraciones (en termómetros y manómetros rotos, por ejemplo) o liberaciones que se generan con el tiempo debido a filtraciones en ciertas aplicaciones (interruptores automáticos, amalgamas dentales). Por lo que la manera de evitar la propagación de este envenenamiento puede consistir en:

- a) Separar desechos que contengan mercurio antes de la incineración de la basura.
- b) Evitar y sustituir su uso.
- c) Las emisiones de mercurio de amalgamas dentales durante la cremación sólo pueden reducirse retirándolas amalgamas antes de la cremación.
- d) Someter a pruebas de toxicidad básica elementos o equipo que se desconozca en componentes.
- e) Cuando se identifiquen productos o materiales que contengan sustancias identificadas como cancerígenas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción, o que sean persistentes y bioacumulativas, los hospitales deben hacer de su reemplazo con alternativas más seguras una alta prioridad.

Es relevante su papel dentro de la arquitectura debido a que como se expuso en la anterior tabla aún se utiliza en elementos que son parte del mismo y actualmente ya contamos con los medios para que se hagan las sustituciones correspondientes y seamos capaces de responder siempre con las tecnologías más adecuadas a la economía sin dejar de lado el medio ambiental dentro del que nos desarrollamos.

### 6.4 EQUIPO UTILIZADO EN IMAGENOLOGÍA (RAYOS X) Y APLICACIONES DE MEDICINA NUCLEAR.

Dentro de los hospitales de segundo y tercer nivel de atención se cuenta con el área de Imagenología, la cual incorpora en sus actividades el uso de los rayos X mediante el uso de una máquina de rayos X, ultrasonido y equipos de resonancia que se encargan de enviar partículas de estos rayos a través del cuerpo. Las imágenes se registran en una computadora o en una película. Las estructuras que son densas, como los huesos, bloquean la mayoría de las partículas de rayos X y aparecerán de color blanco.

La exposición a cantidades altas de rayos X puede producir efectos tales como quemaduras en la piel, caída del cabello, defectos de nacimiento, cáncer, retraso mental y la muerte. La dosis determina si un efecto se manifiesta y con qué severidad. La manifestación de efectos como quemaduras de la piel, caída del cabello, esterilidad, náuseas y cataratas, requiere que se exponga a una dosis mínima.

Las máquinas de rayos X pueden estar en un laboratorio fijo de rayos X, o pueden ser máquinas portátiles utilizadas en entornos clínicos o quirúrgicos, es común que haya lesiones que impliquen



sangre por lo que el operador deberá usar guantes, gafas de protección, mascarilla y bata así como lavar y esterilizar el equipo.

El revelado de películas de rayos X requiere el uso de diferentes tipos de productos químicos y equipo de procesado por lo que deben seguirse los protocolos establecidos por la institución a cargo, sin embargo no deja de ser preocupante la cantidad de líquidos que son ocupados y el riesgo que implica un espacio de este tipo que a pesar de estar acondicionado con paredes cubiertas de plomo para evitar la exposición a otras áreas del hospital mantiene un riesgo constante.<sup>55</sup>

De acuerdo a lineamientos internos del IMSS , referente a estos productos se hace uso de los siguientes procedimientos :

- a) Relación de material radiactivo adquirido, utilizado y desechado,
- b) Uso de una bitácora de desechos radioactivos en donde será descrito a diario cuales se utilizan y bajo que procedimientos,
- c) Subsecuentemente una nueva relación del material radiactivo adquirido, utilizado y desechado en donde se deberán tirar los sobrantes (sólidos y líquidos) llevándolos al almacén del Área de Radiofarmacia, en el Servicio de Medicina Nuclear o Laboratorio de Investigación en Salud.

Dentro del espacio de Imagenología, se rellena un formato que especifica estas áreas controladas y restringidas en donde se hace un monitoreo determinado como “Control de límites de contaminación superficial” y una relación del Personal Ocupacionalmente Expuesto en donde se hace un constante chequeo del personal.<sup>56</sup>

Ahora bien, en cuanto a la medicina nuclear, esta constituye una subespecialidad del campo de las imágenes médicas que utiliza cantidades muy pequeñas de material radiactivo para diagnosticar y determinar la gravedad, o para tratar, una variedad de enfermedades, incluyendo varios tipos de cánceres, enfermedades cardíacas, gastrointestinales, endocrinas, desórdenes neurológicos, y otras anomalías dentro del cuerpo.

El peligro de los residuos radiactivos estriba en la radiación que emiten. Existen dos clases de radiaciones: las constituidas por partículas cargadas (radiaciones alfa y beta) y las que carecen de carga eléctrica (radiación gamma y neutrones). Sus efectos son distintos y dado que su presentación física puede ser también distinta, su tratamiento debe ser diferente. Por la forma de presentación se pueden también clasificar como “encapsulados”, que son los que permanecen confinados en su propio recinto contenedor; y “no encapsulados”, susceptibles de su separación

---

<sup>55</sup> Artículo online, **Seguridad de técnicos de rayos X**, State Fund 2010, California, USA, <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=290>

<sup>56</sup> Entrevista con personal de Conservación en la H.G.Z. No.38 del IMSS

en partes, con la consiguiente problemática de posible derramamiento, dilución o evaporación, según su característica específica.<sup>57</sup>

#### 6.4.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL USO DE MATERIALES RADIATIVOS, ESPACIO.

Todos los residuos radiactivos que se generan, tanto en las aplicaciones médicas como en las industriales, son residuos de baja y media actividad que deben ser confinados en rellenos sanitarios de alta seguridad; esto debido a que las consecuencias de la exposición a una radiactividad elevada son fatales para el ser humano (es por ello que se toman todas las medidas antes expuestas de medición).

Ahora bien, el espacio arquitectónico en el que se realizan estos procesos cuenta con características y requerimientos particulares, como lo son:

- a) Muros recubiertos de plomo ya sea en lámina o ladrillos (Dimensiones: 2.10m ancho x 1.10 m alto, aislamiento contra la corrosión, barrera sonora, protección contra fugas, disponible en espesores que van de los 0.8 mm a los 6.25 mm, y en medidas variables).
- b) Vidrio de seguridad con plomo (en espesores de 8,11 y 14 mm.)
- c) Sala de revelado.<sup>58</sup>

Los registros anteriormente mencionados servirán como base para saber cuántas exposiciones ante la radiación se producen por semana, mes y año .La orientación es otro elemento delicado ya que debe haber un cálculo correcto de la distancia entre la mampara y la fuente de radiación en donde son tres elementos los que deben contar con el adecuado blindaje:

- a) Radiación primaria (del haz de rayos X)
- b) Radiación dispersa (del paciente)
- c) Radiación de fuga (del tubo de rayos X)

De manera que el diseño de este espacio es un punto importante y muy relevante por el tipo de sustancias y equipos manejados.

---

<sup>57</sup> Documento pdf, **Gestión de residuos en centros hospitalarios** ,Dr.Ing.Julián Uriarte Jaureguizar, [http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkdocc02/es/contenidos/informacion/comunicaciones\\_ambiental/es\\_com/adjuntos/materialDesechable.pdf](http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkdocc02/es/contenidos/informacion/comunicaciones_ambiental/es_com/adjuntos/materialDesechable.pdf)

<sup>58</sup> Presentación, **Protección radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista : Blindaje y diseño de instalaciones para Rayos X**, Material de entrenamiento del OIEA sobre Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista, IAEA (International Atomic Energy Agency).

#### 6.4.2 ALTERNATIVAS A SU USO, RAYOS T.

Actualmente se encuentra aún en investigación la tecnología que sustituya a los rayos X, de acuerdo a los malestares y peligrosidad que generar tanto en su manejo como para con los pacientes que son sometidos a este proceso ,pero los más cercanos a lograr los mismos objetivos son los denominados rayos T (rayos Terahertz) que se encuentra entre las microondas y la luz infrarroja, lo cual significa que los rayos T, cuando se combinan con los rayos X, producen imágenes con mejor contraste que los equipos estándar, actualmente son utilizados en aeropuertos.

La radiación terahertz no es ionizante, y por lo tanto no se espera que dañe los tejidos ni el ADN, a diferencia de los rayos-X. Algunas frecuencias de la radiación pueden penetrar algunos milímetros de tejido con poco contenido de agua. La radiación terahertz puede también detectar diferencias en el contenido de agua y la densidad del tejido. Estos métodos pueden permitir la detección eficaz del cáncer epitelial con un sistema más seguro y menos doloroso por medio de la utilización de imágenes.<sup>59</sup>

#### 6.5 CONCLUSIONES PREVIAS.

Este es un temas controvertido, ya que dependiendo de estas sustancias se complica el tratamiento de los recursos que se ven contaminados por ellas (por ej. el agua) y se deben proponer distintas soluciones que no solo impliquen procesos biológicos sino algunos más especializados.

Respecto al mercurio ,al encontrarse mayoritariamente como vapor en las lámparas se están haciendo sustituciones paulatinas de las mismas por la inclusión de tecnología LED ,encontrando como obstáculo su precio considerablemente caro respecto a las lámparas fluorescentes convencionales, pero con una mayor vida útil que vuelve factible su implementación.

Respecto a a la investigación de campo realizada en distintas unidades del IMSS, a partir de este año (2013) se ha iniciado el proceso de digitalización de las áreas de Imagenología, esto traerá como consecuencia un ahorro en el consumo de energía eléctrica al ser una de las áreas que tiene equipos de alto consumo y un menor impacto ecológico.<sup>60</sup>

Dentro del modelo de costos no se tocará a fondo este tema, debido a que los requerimientos de cada unidad médica son muy particulares por la manera en que se ven administrados, sería recomendable que en instancias de mando más alto dentro del IMSS se crearán partidas de inversión para el desarrollo, investigación e inversión de nuevas alternativas en estos rubros.

---

<sup>59</sup> Referencia de sitio web, **Revealing the Invisible**, Orborne Ian ,*Science*, 16 agosto de 2002, [http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n\\_terahertz](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_terahertz)

<sup>60</sup> Investigación de campo en distintas unidades médicas del IMSS.



**m**odelo arquitectónico

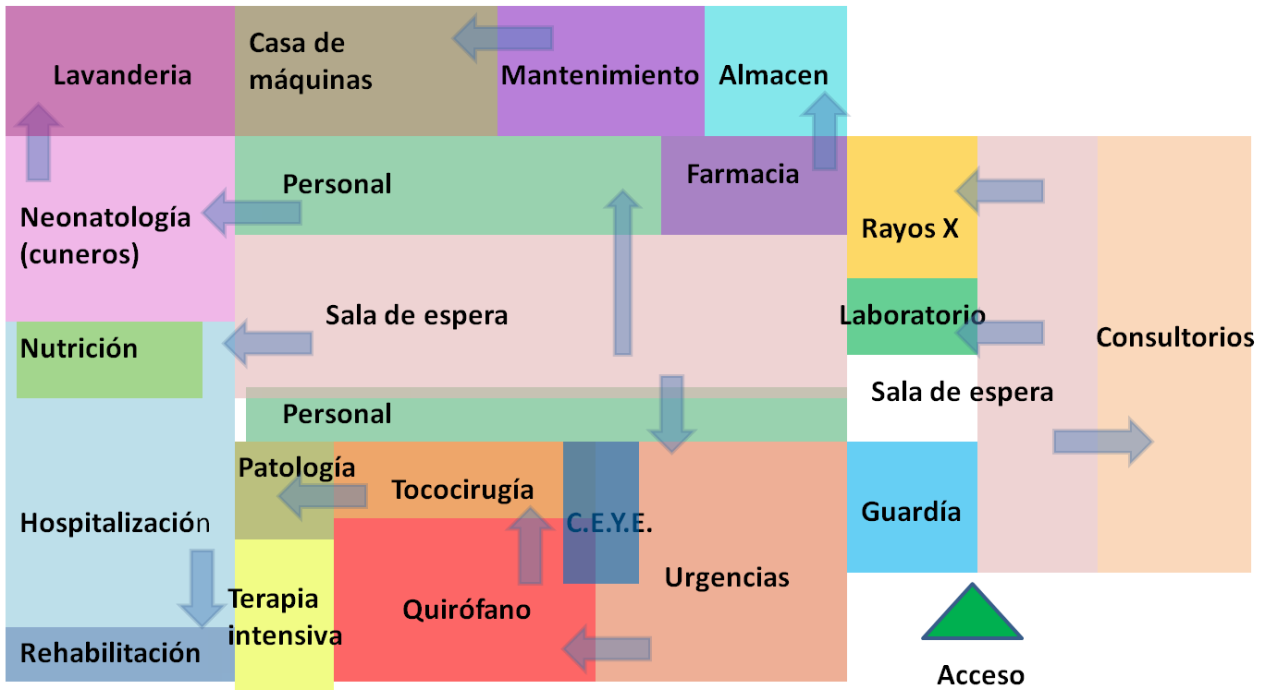
# Modelo arquitectónico

## 7.1 ESTUDIO DE CASO H.G.R. 251 EN METEPEC, EDO. DE MÉXICO, IMSS.

Las características de volumetría y zonificación general son las siguientes:



5.7. Vista aérea de render de la H.G.R. No. 251, Metepec, tomado de datos proporcionados por personal de Conservación del IMSS.



5.8. Diagrama de flujo básico de elaboración propia en base a visita en sitio de la H.G.R. No. 251, Metepec.



### 7.1.1 COSTOS DE CONSUMO PROMEDIO MENSUALES EN ESTUDIO DE CASO.

Se trata de un Hospital de Segundo Nivel con las siguientes características técnicas y de consumo:

PROMEDIO DE GASTOS POR UNIDADES EN EL ÁREA METROPOLITANA					
SERVICIOS/ DELEGACIÓN PONIENTE					
HOSPITAL GENERAL REGIONAL METEPEC, EDO. DE MÉXICO No. 251					
ANTIGÜEDAD	1 AÑO Y 6 MESES	CAMAS CENSABLES	236	NO CENSABLES	117
SUPERFICIE CONSTRUIDA	32409	SUPERFICIE DEL TERRENO (M2)	40000	TURNOS	ATENCIÓN 24 HRS.
SUBESTACION ELÉCTRICA	1 UNIDAD DE 500 KV	POBLACIÓN ATENDIDA	577575	DÍAS LABORABLES	365
TRAT.AGUAS RESIDUALES	MICROPLANTA DE Largo: 12.50m, Ancho: 18.70m, Alto: 5.00m	ACOMETIDA ENERGÍA ELECTRICA	23000 KV	CISTERNAS	1 DE 334,844 litros Y UN POZO DE ABASTECIMIENTO A CAUDAL 36 l/seg
TANQUE DE ACS	2 DE 100 HP (106.5 CC)	EQUIPOS DE AA.	18 DE 1.0 A 15.0 HP	P.T.A.R.	SI
TRANSFORMADORES	7 DE 2/500, 1/425, 2/120 KVA	PLANTA DE EMERGENCIA	350 KVA.	GEN.DE VAPOR O ACS	2 DE 100 HP
CONSUMOS:	AÑO	MES	MES	COSTO	
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (M <sub>3</sub> )					
A G U A	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M <sub>3</sub> PROMEDIO		\$ 38.18	
		CONSUMO PROMEDIO		6697.68	\$ 255,717.42
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (KWH)					
ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M <sub>3</sub> PROMEDIO		\$ 3.59	
		CONSUMO PROMEDIO		120000.00	\$ 430,800.00
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (M <sub>3</sub> .)					
O <sub>2</sub> LIQUIDO	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M <sub>3</sub> PROMEDIO		\$ 17.00	
		CONSUMO PROMEDIO		90.00	\$ 1,530.00
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (LTS.)					
G L A S P	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M <sub>3</sub> PROMEDIO		\$ 12.00	
		CONSUMO PROMEDIO		1387.50	\$ 16,650.00

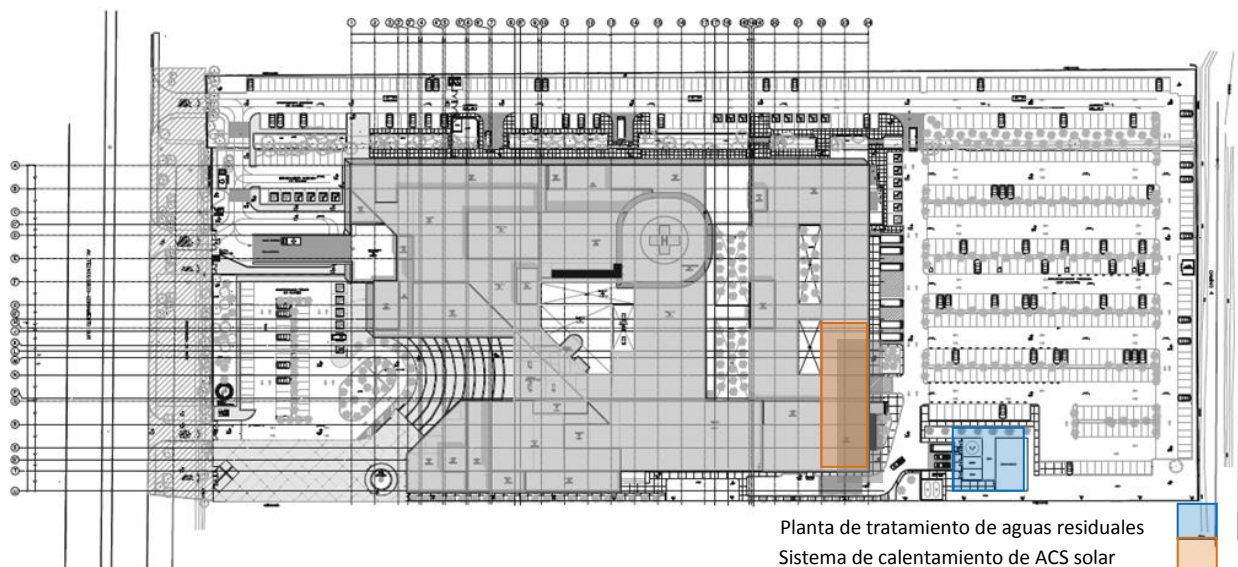
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (LTS.)				
	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M3 PROMEDIO	\$ 15.00	
DIESEL		CONSUMO PROMEDIO	20000.00	\$ 300,000.00
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (KGS.)				
	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M3 PROMEDIO	\$ 28.00	
R.P.B.I.		CONSUMO PROMEDIO	4028.13	\$ 112,787.50
GASTOS MENSUALES PROMEDIO (KGS.)				
	CONSUMOS MEDIDOS DE ENERO-AGOSTO 2013	COSTO POR M3 PROMEDIO	\$ 16.50	
R.S.U.		CONSUMO PROMEDIO	7452.00	\$ 122,959.00

5.9. Tabla de elaboración propia en base a visita en sitio de la H.G.R. No. 251, Metepec.

De acuerdo a estos consumos, obtuve promedios para poder referirlos en el prototipo junto con los demás análogos. Tomando en cuenta que en este caso destacan las particularidades en cuanto la aplicación de un sistema de pre calentamiento solar y una planta de tratamiento de aguas residuales:

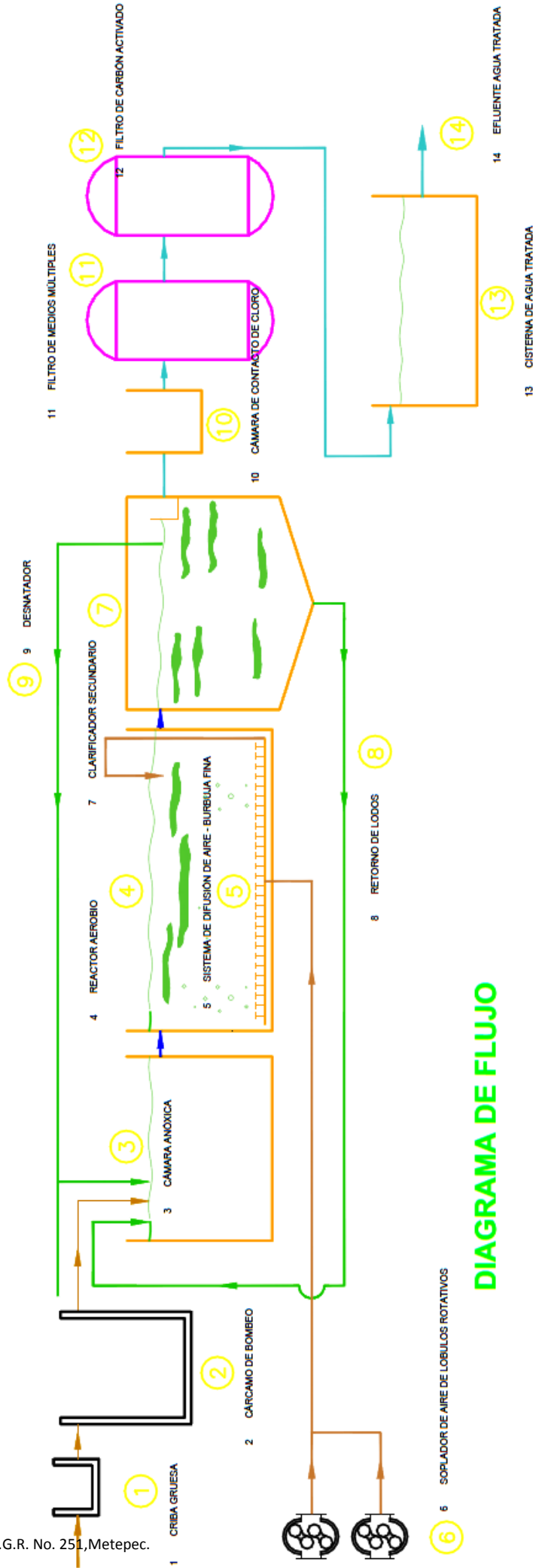
### 7.1.2 PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE PRE CALENTAMIENTO SOLAR.

Es un sistema de precalentamiento solar organizado en bancos para la correcta distribución de calor, este sistema se basa en cálculos que engloban Se trata de una planta de tratamiento con un sistema híbrido (anaerobio-aerobio) con un sistema de tratamiento de lodos para su posterior incorporación en áreas verdes de la misma unidad médica; el proceso está en el siguiente diagrama:



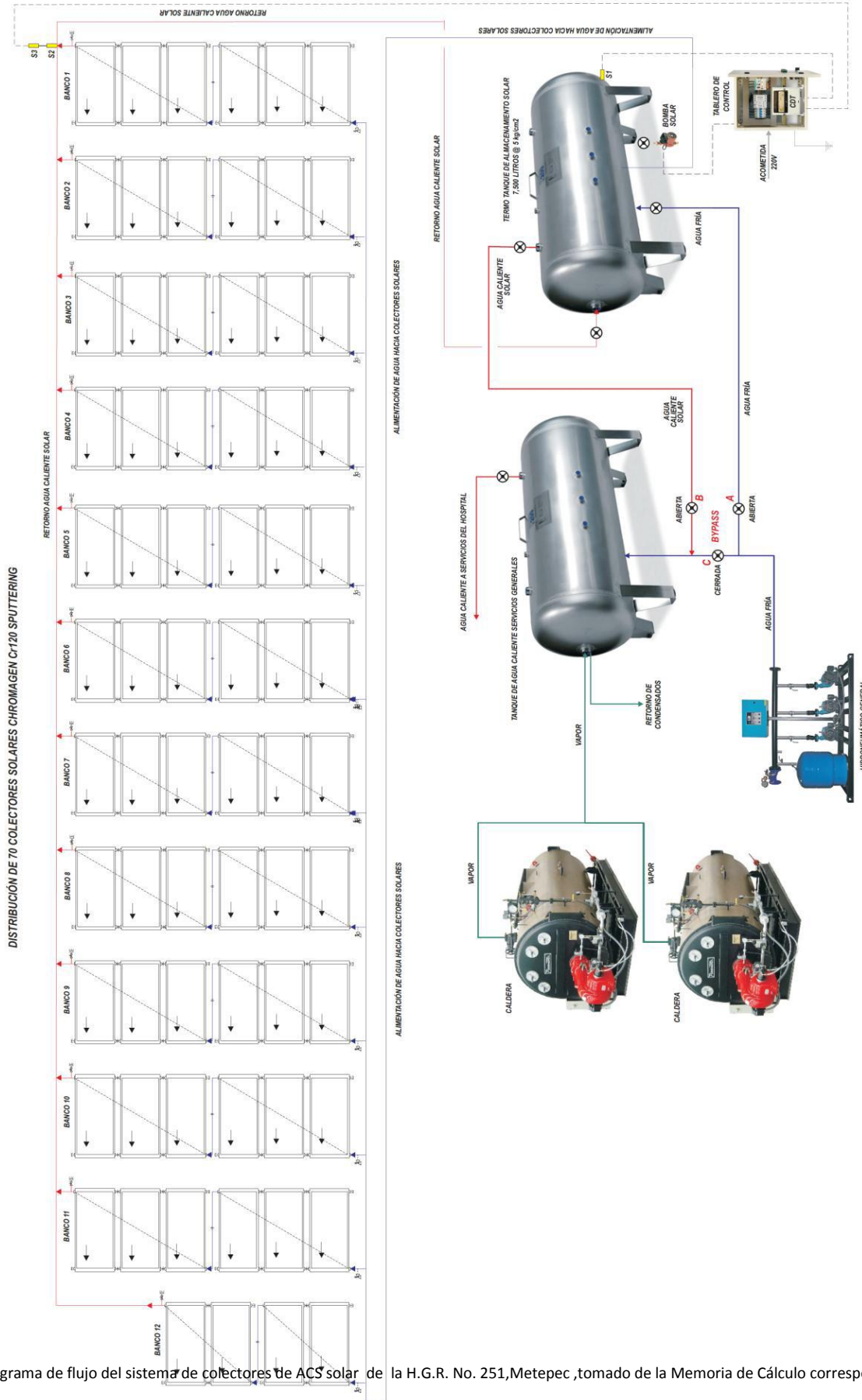
6.0. Esquema de localización de P.T.A.R. y sistema de colectores solares de la H.G.R. No. 251, Metepec.

6.1. Diagrama de flujo de la P.T.A.R. de la H.G.R. No. 251, Metepec.

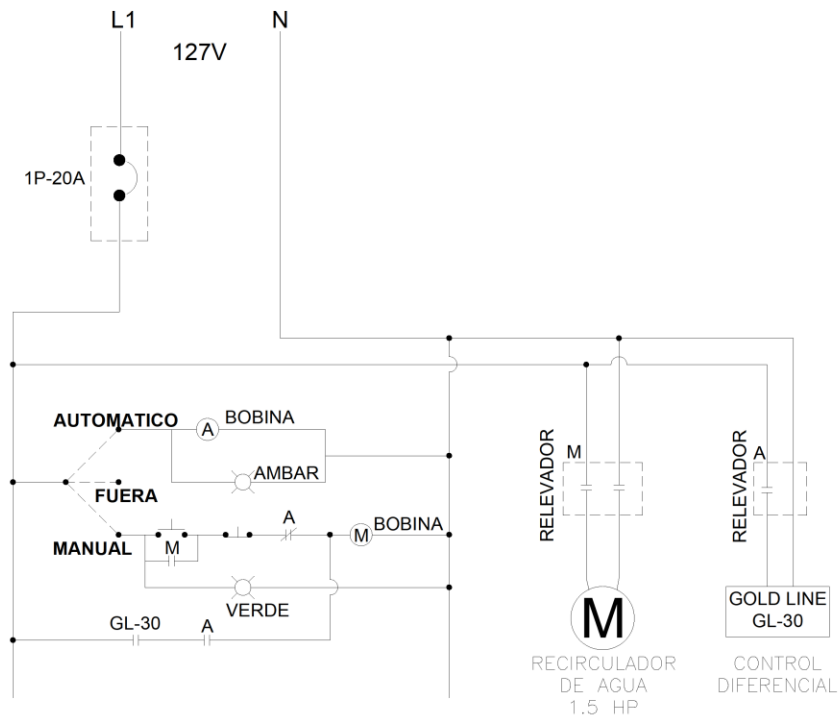


**DIAGRAMA DE FLUJO**





6.2. Diagrama de flujo del sistema de colectores de ACS solar de la H.G.R. No. 251,Metepec, tomado de la Memoria de Cálculo correspondiente.



### DIAGRAMA DE CONTROL Y FUERZA DEL TABLERO DE CONTROL SISTEMA SOLAR

SIN ESCALA

6.3. Diagrama de control y fuerza del tablero de control del sistema solar de la H.G.R. 251, Metepec.

Analizando estos diagramas, vemos que en el caso de la PTAR, se trata de un sistema de microplanta, debido a que integra los tres procesos (cámara anaerobia, anóxica y aerobia), por medio de una cama de burbujas permite que el efluente este en constante movimiento y libere oxígeno suficiente para poder irse regenerando, de manera que el agua no para de correr y si hay excedentes se verterán al sistema de drenaje municipal, pero con un grado menor de contaminación por su previo tratamiento, reduciendo con esto sumar daños al medio ambiente.

Para el área de estacionamientos se cuenta con postes autónomos solares, lo cual les ha permitido ya no tener que contemplar este consumo dentro de los acostumbrados en los pagos.

En cuanto a los colectores solares, estos trabajan en un arreglo que contempla bancos para la distribución de los mismos, esto se determino por las características del sitio. El agua que pasa por los tubos para ser calentada, se encuentra en constante movimiento dentro de un

circuito cerrado, por lo cual la pérdida de calor es mínima, esto es lo que ha traído consigo que los consumos de Diesel sean menores para que las calderas trabajen en un promedio de 5-10 mins. Como en el Estado de México es común que la temperatura mínima sea menor que en el D.F. se aplica también un líquido que funciona como un anticongelante para que los tubos del sistema no queden congelados y revienten junto con el agua. Esta es una medida que en el caso del D.F. no sería necesaria de aplicar, lo cual también baja los costos.<sup>61</sup>

En este caso, no se hace uso de un SCALL porque al analizar las Isoyetas correspondientes, se tomo la decisión de hacer el cálculo para su canalización a reinyección dentro de las áreas permeables del terreno por lo que, alrededor del edificio existen depresiones en el terreno que se autoabastecen del agua recolectada, al estar de esta manera planeado no se inundan los pavimentos que están al nivel del edificio y los excedentes fácilmente pueden ser canalizados al terreno adjunto que es una reserva natural.

En cuanto al edificio, cuenta con aplicaciones bioclimáticas como la incorporación del doble vidrio en todas las ventanas para conservar un aislamiento térmico y acústico, los acabados fueron realizados con materiales de fácil limpieza y que no conserven pelusas u otros contaminantes, al tener patios interiores no se necesita de un Sistema de Aire Acondicionado que abastezca más allá de las áreas que necesitan un estricto control del mismo (como quirófanos, laboratorios, áreas de Imageonología, etc.), permitiendo que se haga un uso mayoritario de la luz y control térmico natural.

Al analizar todo esto podemos empezar a entender el cómo trabajan estos sistemas y la manera de integrarlos dentro de un proyecto para una solución optima encaminada a un futuro sustentable en el que el Hospital cumpla el principio básico que debe tener desde su concepción: “ser autónomo”.

Este recinto fue calificado desde un inicio como “sustentable”<sup>62</sup> por todas estas aplicaciones y de ahí viene la importancia de su incorporación en este documento, que no deja de ser un pionero, pero considero que puede haber más aplicaciones eco-tecnológicas que no queden solo como añadiduras o elementos anexos al edificio.

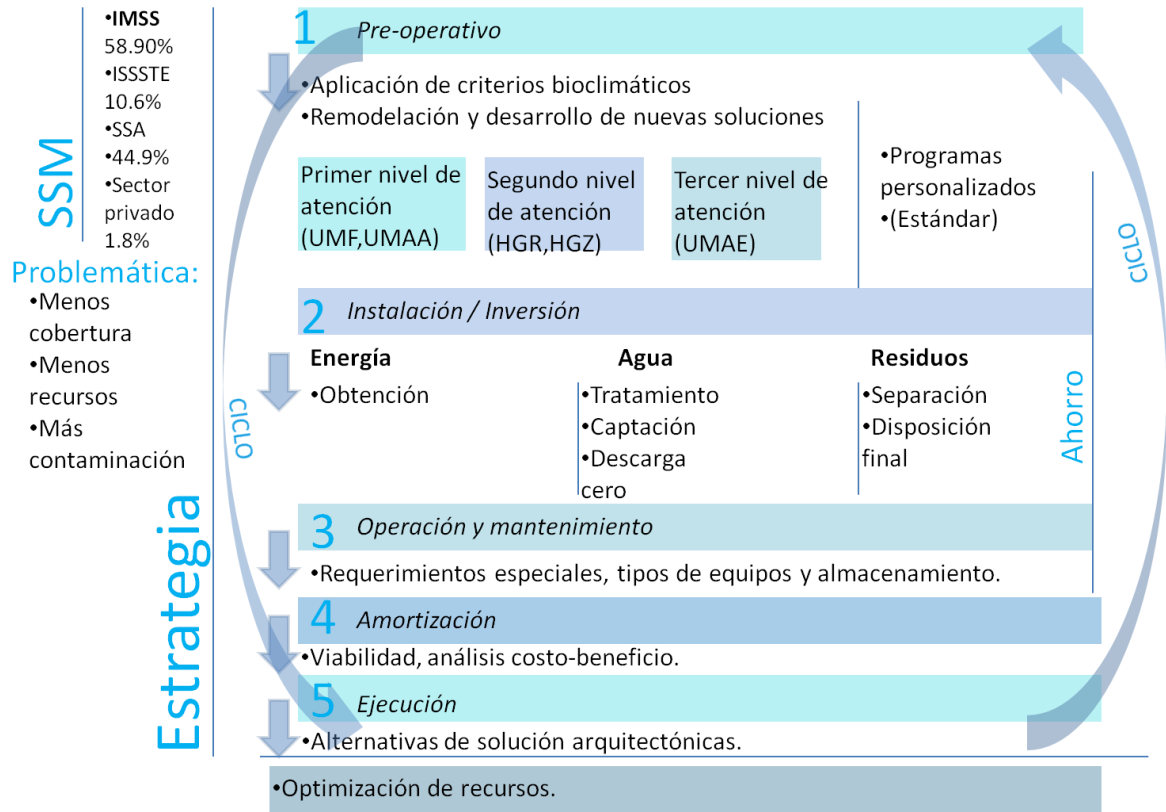
---

<sup>61</sup> Investigación y entrevista en campo con Personal de Conservación de la H.G.R. No. 251

<sup>62</sup> Indice corporativo online **IMSS apuesta por hospitales sustentables**, escrito por Miguel García el día martes 6 de marzo de 2012 a las 09:31, <http://www.indicecorporativo.com/salud/166-imss-apuesta-por-hospitales-sustentables>.

## 7.2 LINEAMIENTOS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

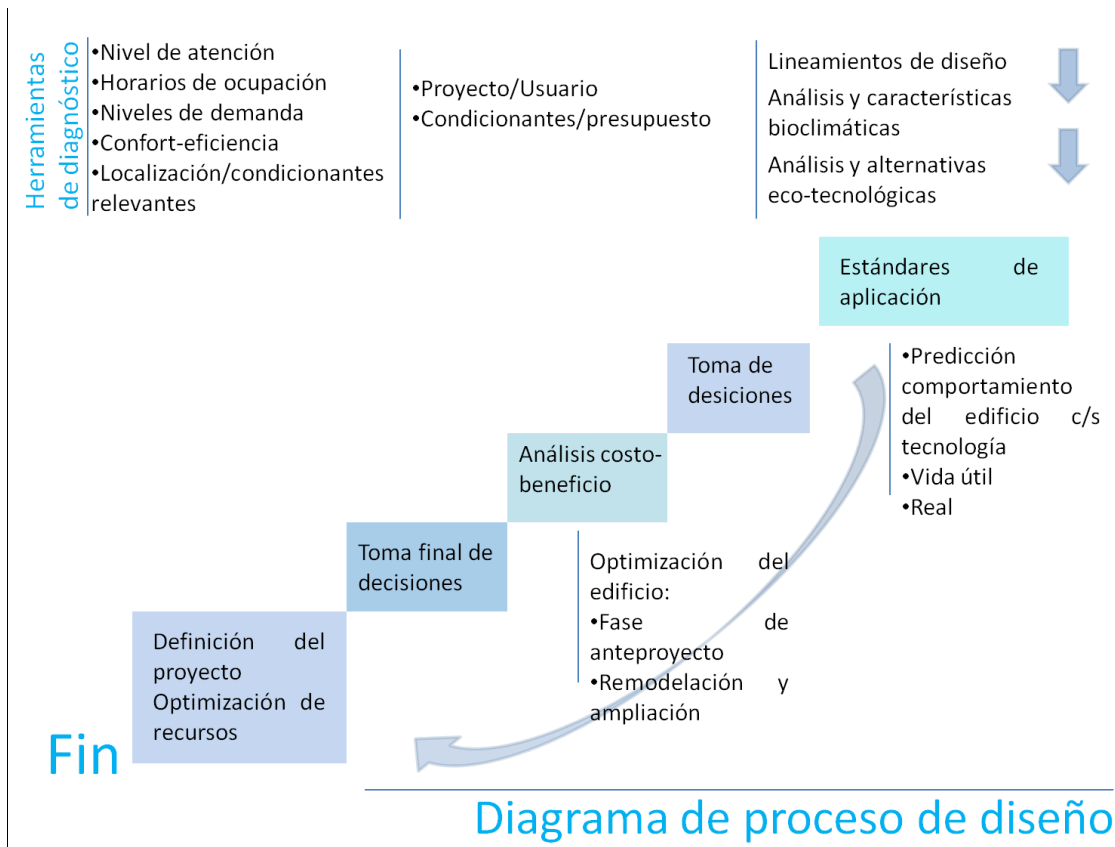
En el siguiente diagrama se expone la estrategia “tipo” para abordar la problemática existente:



6.4 Esquema de elaboración propia.

En donde me estoy basando en cinco etapas para poder lograr estos cambios que como producto final deben de traer consigo una transformación de espacios o el surgimiento de nuevos con el mayor ahorro posible de recursos y prácticamente una notable disminución en la emisión de componentes tóxicos dentro del edificio y para con su contexto.

Así mismo el siguiente diagrama de proceso cobra relevancia para su adaptación en proyectos del mismo género en donde se desee realizar una baja de consumos; es el primer planteamiento desarrollado y con el que planeo abordar la idea central de este trabajo por lo que, para el final del mismo debe estar lo más completo posible:



6.5. Esquema de elaboración propia.

Dentro del cual se sigue una metodología aplicable y oportuna como guía en la solución en la aplicación a proyectos similares que vayan por fases teóricas para llegar al edificio en concreto.

### 7.3 INCORPORACIÓN DE SOLUCIONES BIOCLIMÁTICAS (FACHADAS, EL USO DE LA QUINTA FACHADA, CONCEPCIÓN INICIAL DE VENTILACIÓN, ESQUEMAS VERTICALES, ORIENTACIÓN, USO DE LA LUZ NATURAL).

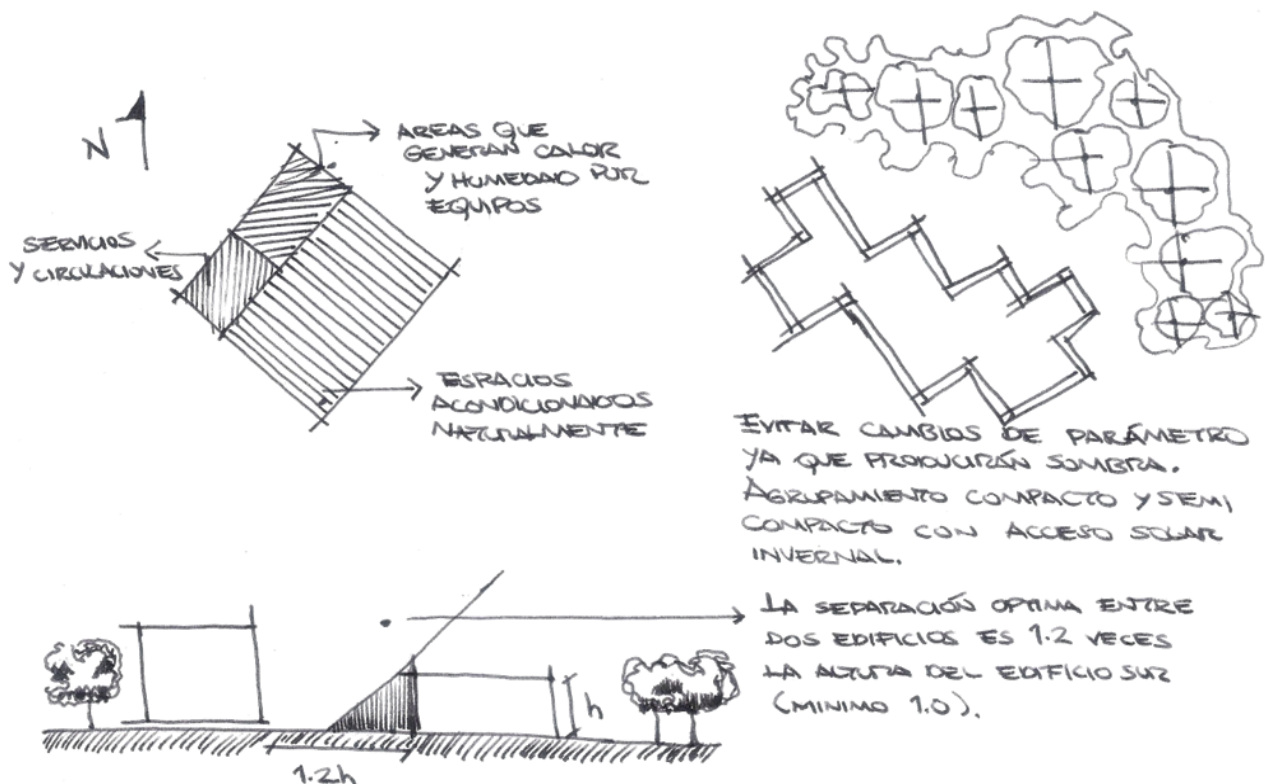
Los siguientes croquis contienen la interpretación de medidas a implementar dentro del edificio ya que es posible obtener un beneficio del 60% tan solo con medidas pasivas para iluminación, climatización y racionamiento de los recursos del inmueble<sup>63</sup> y son específicamente para la Ciudad de México ya que dentro de la Normatividad utilizada hay un capítulo para cada uno de los Estados del país.

Se encuentra dividida en los siguientes elementos para analizarlos a detalle:

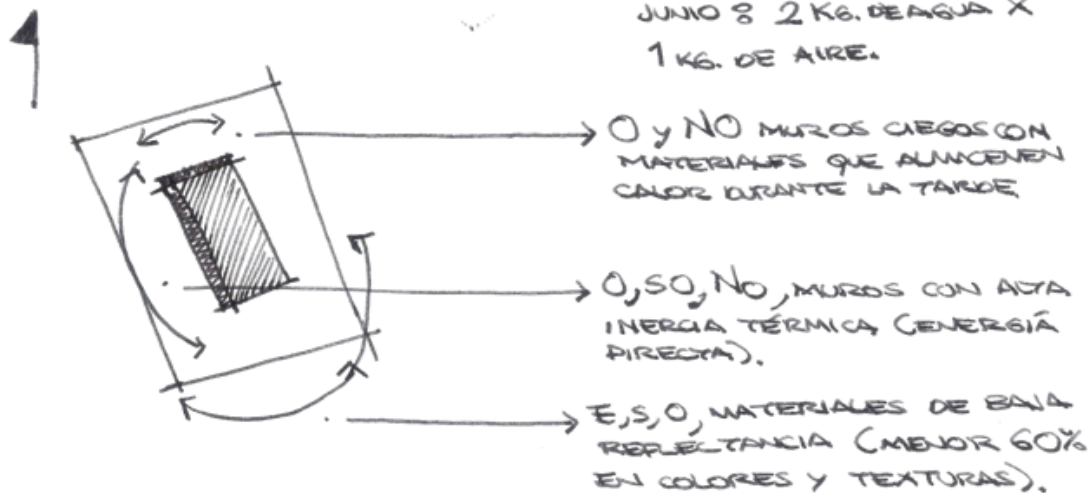
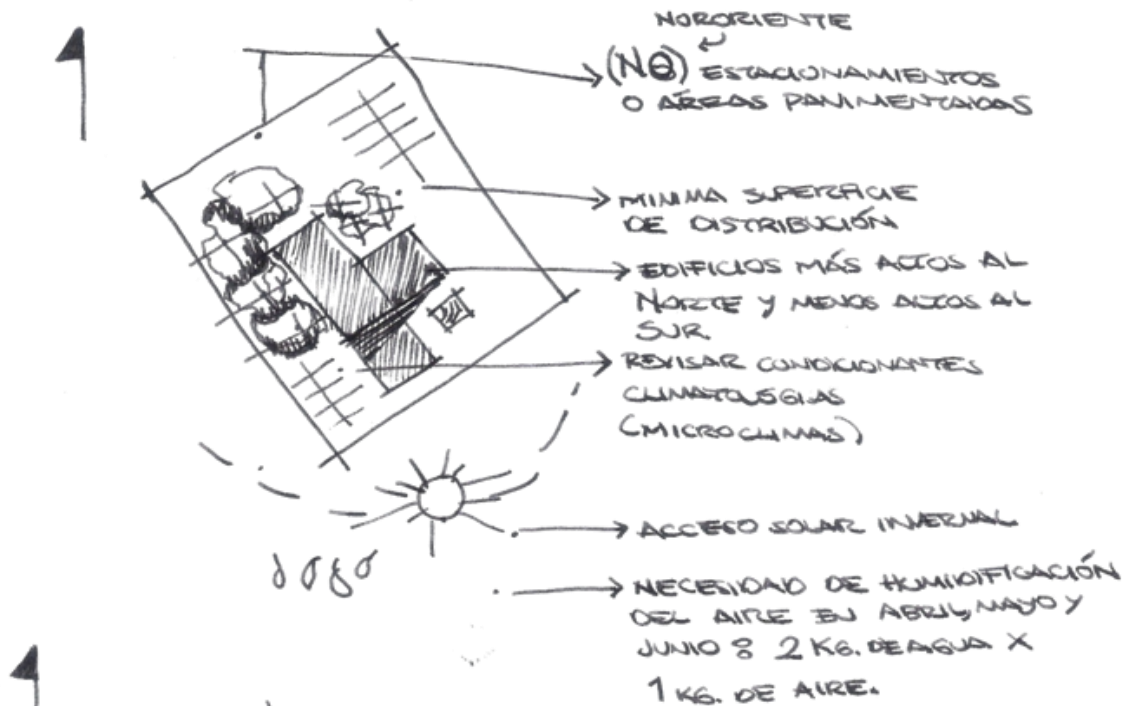
<sup>63</sup> ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

- a) *Conjunto*: De manera que se entienda la posición ideal del edificio y su relación con el entorno inmediato.
- b) *Edificio*: Para entender las particularidades y la selección de materiales y orientaciones así como zonificaciones generales.
- c) *Ventanas*: En base a su proporción será posible la captación de mayor iluminación o el control del ingreso de la misma al edificio.
- d) *Vegetación*: Que pueden ser elementos de ayuda para la obtención de micro climas, ornato, sombra y elementos de aislamiento acústico.
- e) *Climatización*: Es un elemento vital y que en áreas de menor importancia se puede carecer de este servicio siempre y cuando el edificio responda a orientaciones adecuadas.
- f) *Cubiertas*: Debido a que estamos hablando del Área Metropolitana del Valle de México no es necesario que tengan grandes inclinaciones, pero cobran relevancia para la captación y desagüe de aguas pluviales y la colocación de sistemas fotovoltaicos en unidades ya existentes.
- g) *Eco tecnologías aplicadas*: Son descripciones de procesos de manera simple para el correcto entendimiento de posibilidades en cuanto a colocación y variables.

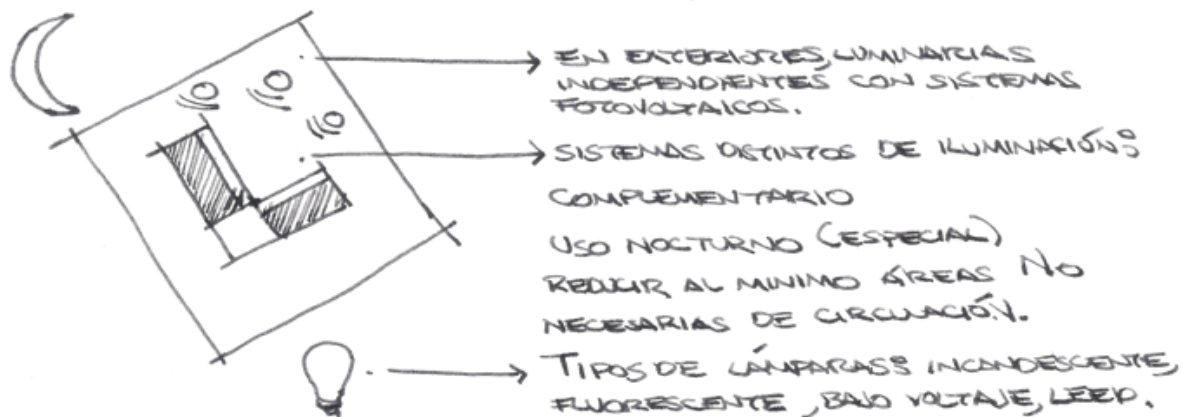
### 7.3.1 APLICACIONES EN EL CONJUNTO.



6.6. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.



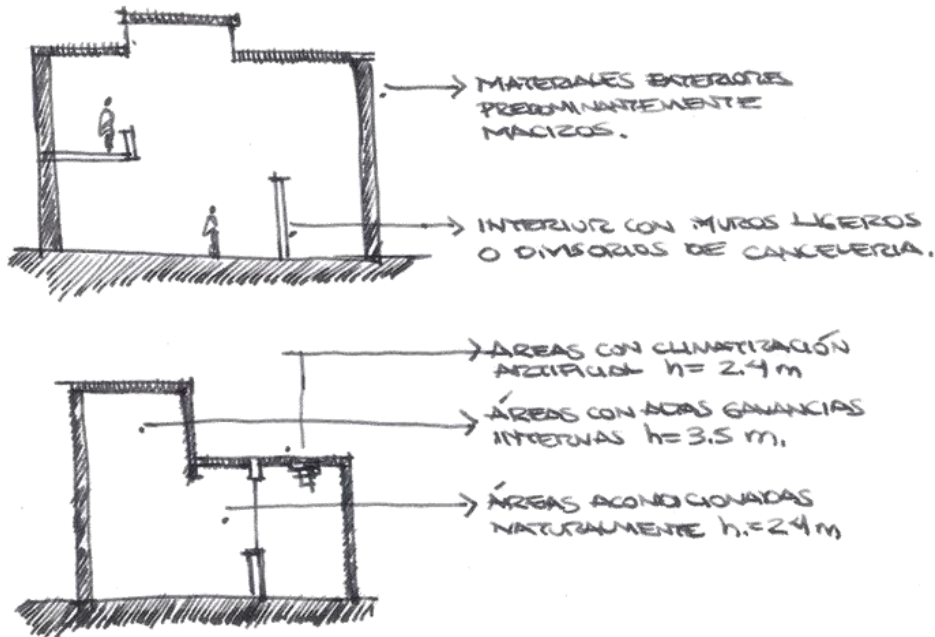
USAR EN MUROS Y PISOS MATERIALES CERÁMICOS Y PIEDROS DE COLOR OSCURO Y ALTA INERCIÁ TÉRMICA.



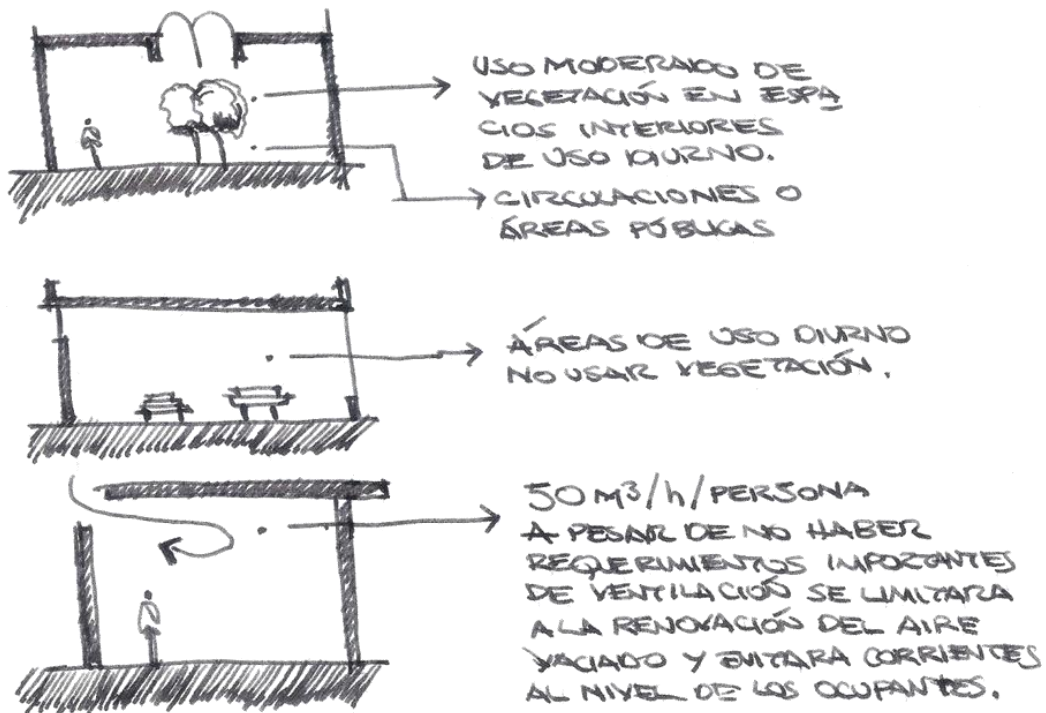
6.6. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.



### 7.3.2 APLICACIONES EN EL EDIFICIO.

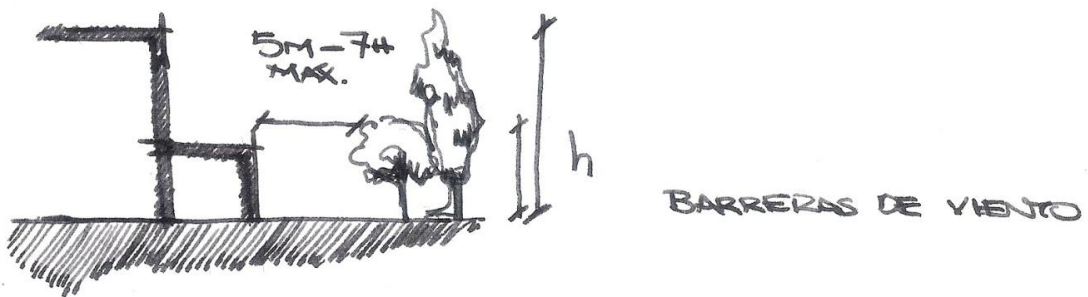
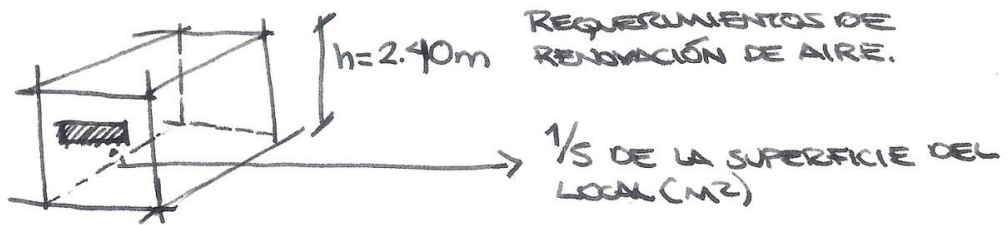
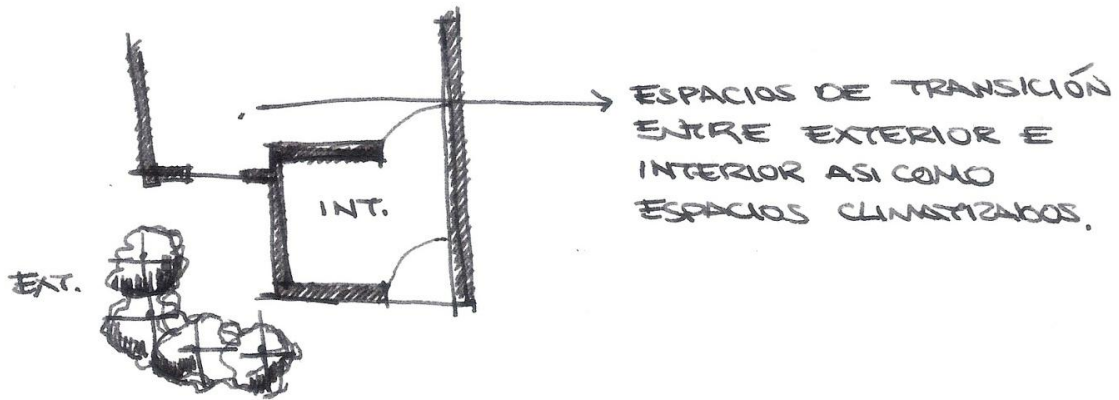


### 7.3.3 APLICACIONES EN LAS ÁREAS INTERNAS.

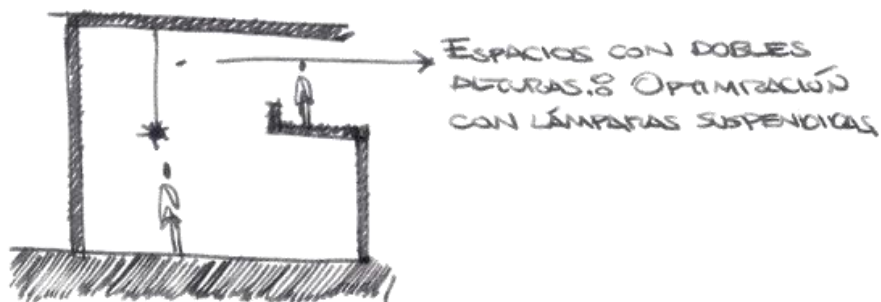
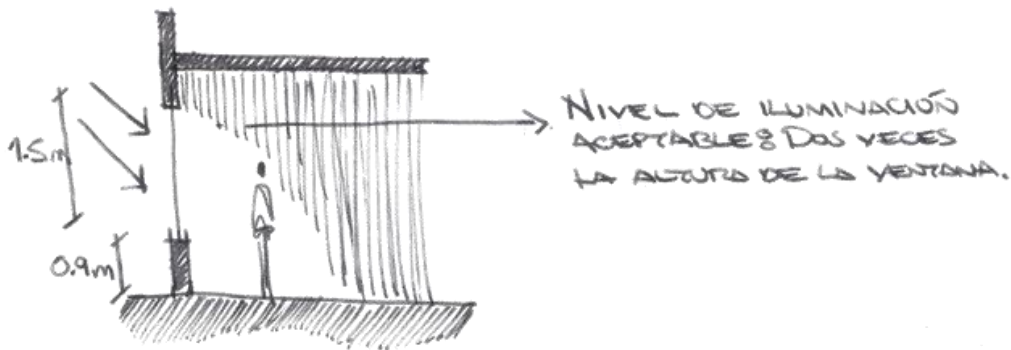
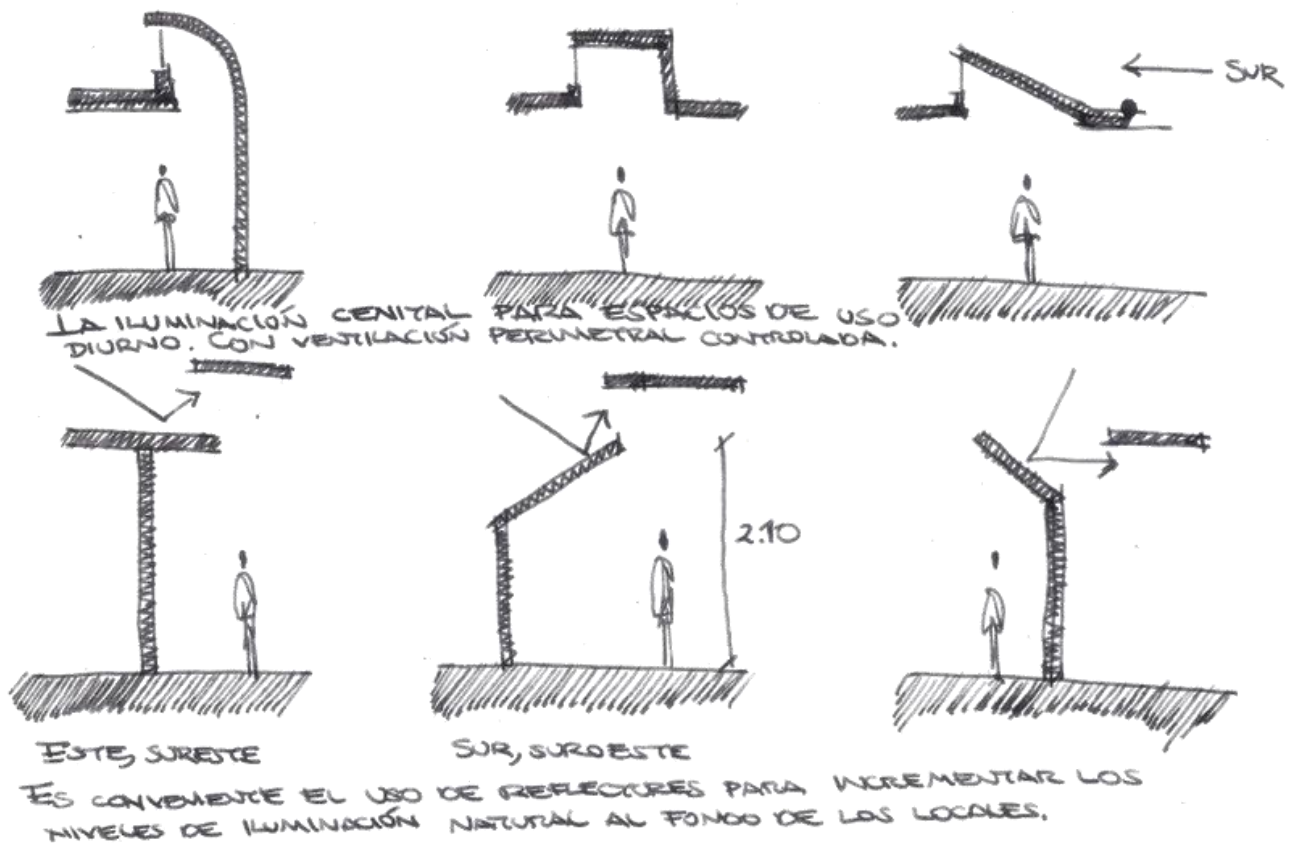


6.7. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.



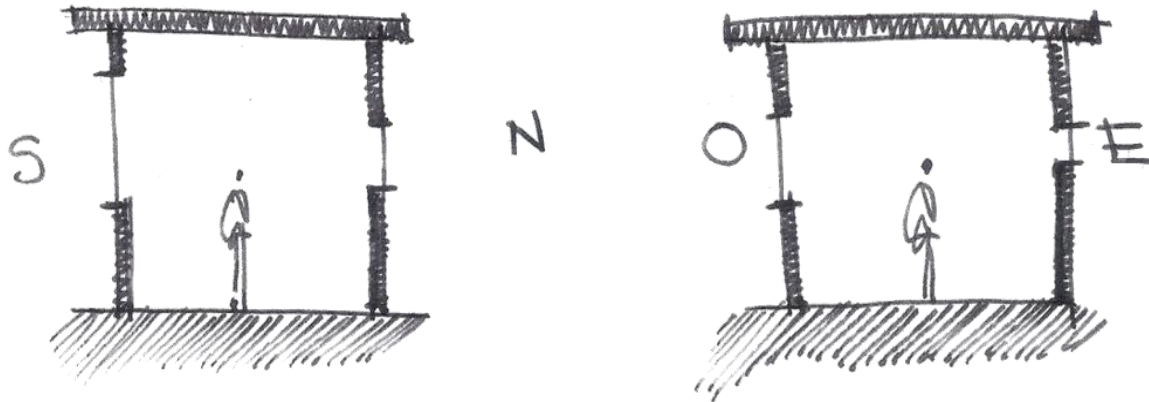
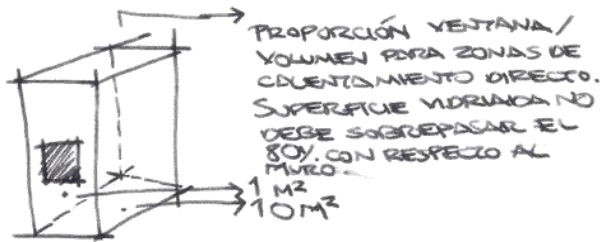
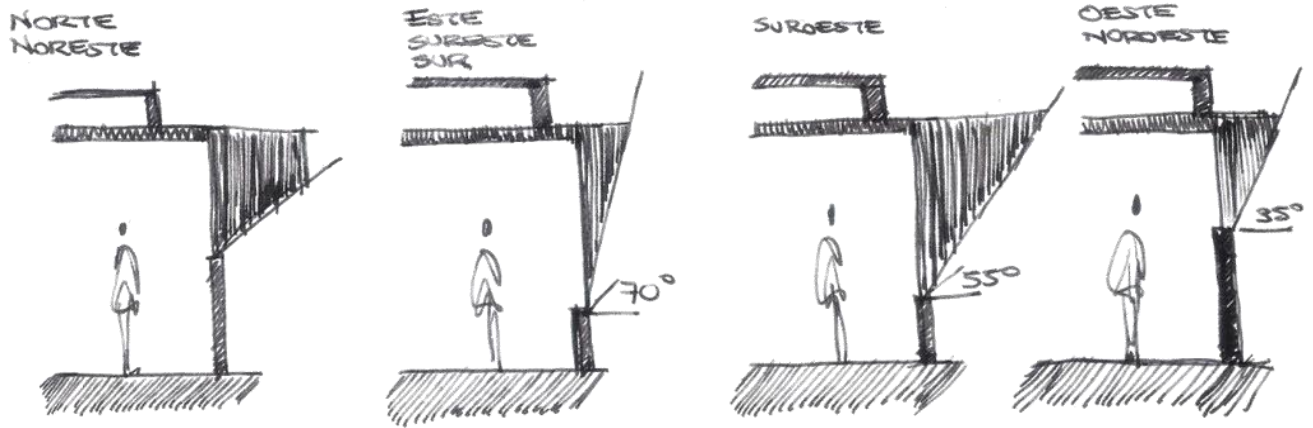


6.7 Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.



6.7. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

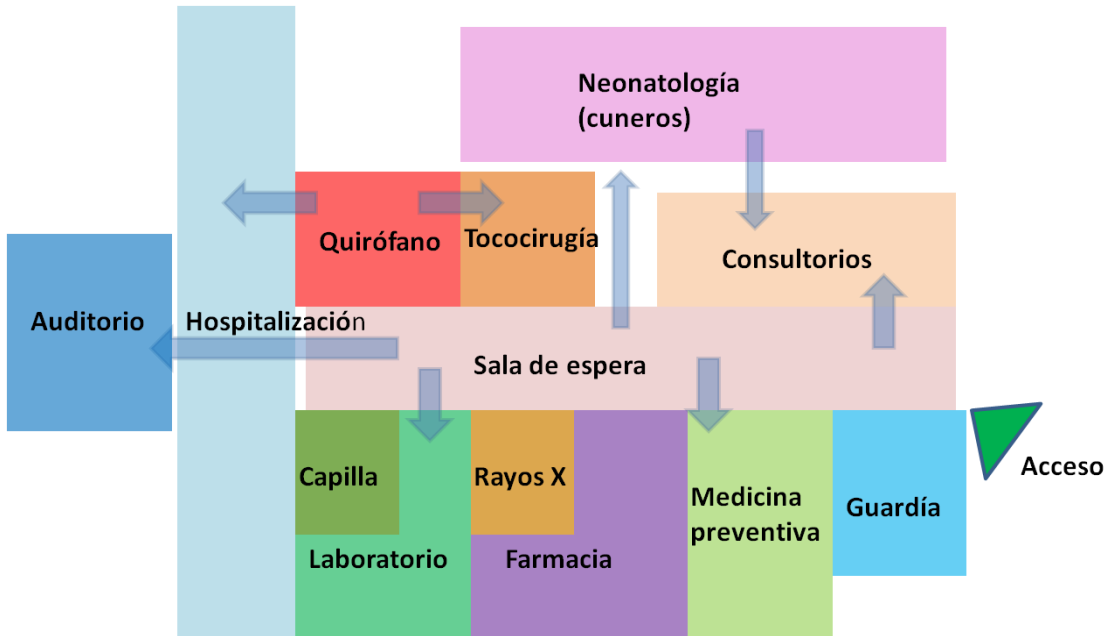
7.3.4 APLICACIONES EN LAS VENTANAS.



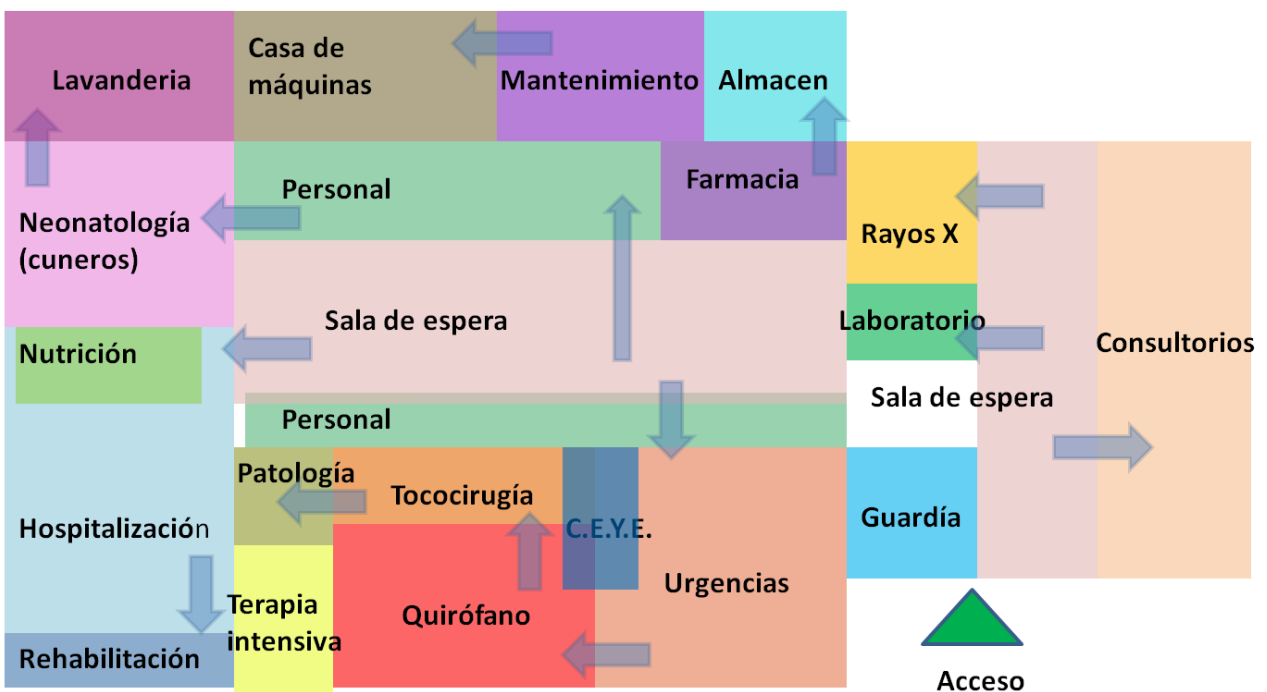
6.8. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquin Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

### 7.3.4.1 ESQUEMAS BÁSICOS DE ZONIFICACIÓN.

A continuación se exponen los esquemas de zonificación basados en las orientaciones óptimas para las unidades médicas y la conexión entre servicios.



6.9. Zonificación de elaboración propia tomando como base Hospital de Calama, Chile, Arquichile, **Impresionante construcción del nuevo hospital en Calama**, 2011, ISSN 0718-431X versión en línea, Arquitectos Jorge Harris y Carolina Harris, [http://www.arquichile.cl/hospital\\_calama.htm](http://www.arquichile.cl/hospital_calama.htm).



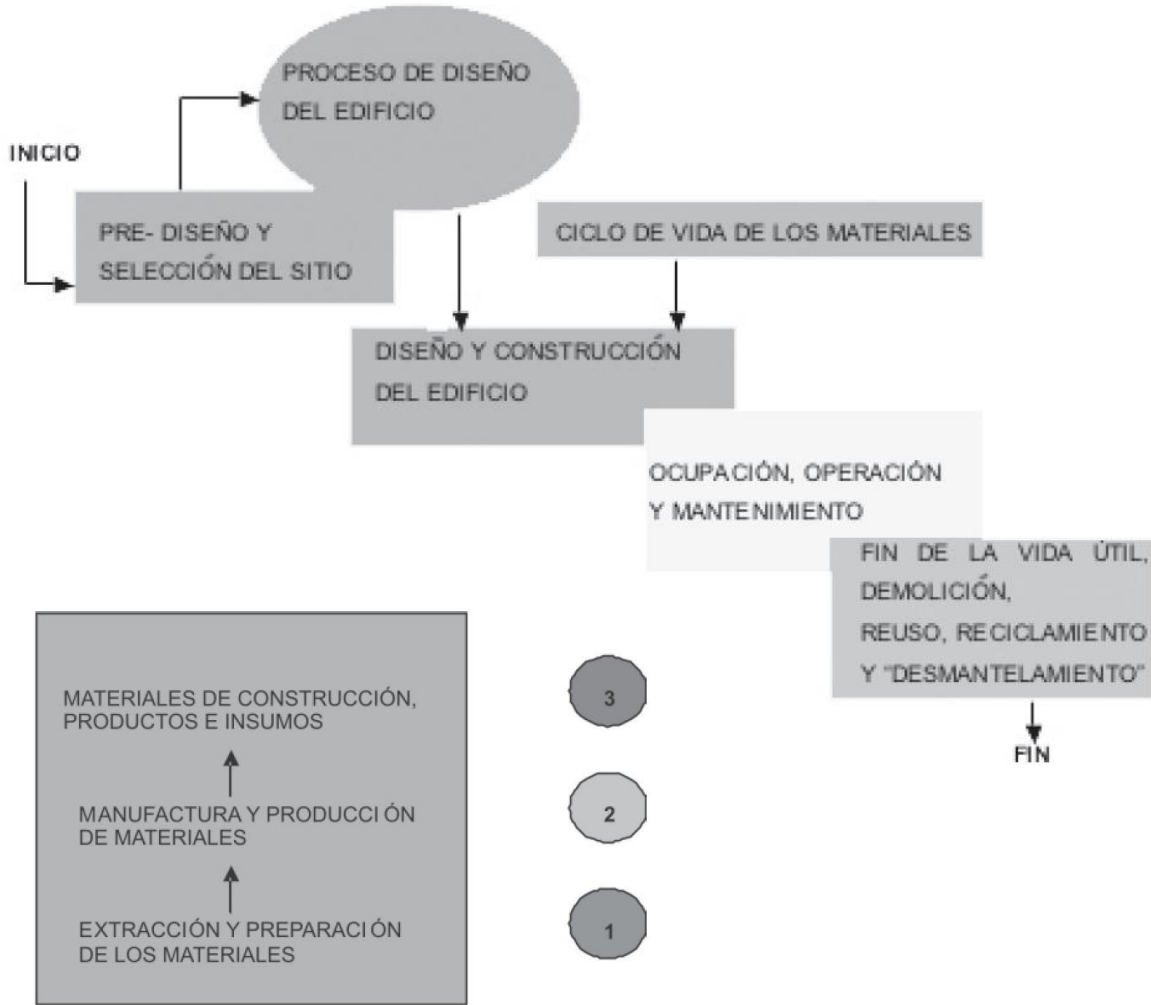
7.0. Zonificación de elaboración propia tomando como base el H.G.R. No. 251, Metepec, Edo. Mex.

Tomando como referencia las zonificaciones anteriores podemos analizar que a pesar de que los dos hospitales son de Segundo Nivel, el H.G.R. No. 251 tiene una distribución más lógica y compleja en donde las áreas más importantes (Quirófano, Urgencias, Tococirugía), tienen una relación directa a los demás servicios, brindado con ello una capacidad de respuesta más rápida para el paciente y haciendo más eficiente la calidad de servicio.

Estas zonificaciones son expuestas con el fin de que entendamos que al ser un edificio de gran complejidad, sus flujos y relaciones deben ser estrictamente pensadas, por fortuna existen Manuales y Normatividad por parte del IMSS que exponen muy gráficamente lo que debe contener cada edificio, sus requerimientos, matrices de relaciones y que pueden ser una guía básica ya que a pesar de que tienen bastantes años de publicados ,se siguen utilizando en las empresas que hacen las licitaciones por las obras.

7.3.4.2 INFLUENCIA DE LOS MATERIALES SELECCIONADOS.

No es posible dejar de lado las características de los materiales seleccionados desde el sistema constructivo hasta los acabados dentro de la unidad médica. Además de que recibirán distintos tratamientos dependiendo de la aplicación (ej. en áreas de quirófano se usa un linóleo que termina el local en puntas redondeadas, quedando hermético para propiciar que sea un espacio completamente estéril).



7.1. Esquemas de vida útil de los edificios y materiales tomados de, **El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y la edificación en México**, escrito por Silverio Hernández Moreno, Documento de Acta Universitaria, Vol. 18 no. 2 Mayo-Agosto 2008, UNAM, México D.F.

De manera que, si tomamos en cuenta estos elementos podemos propiciar que el edificio se vuelva un sistema integral al que no se le necesiten aplicar tecnologías ajenas a su concepto inicial porque ya se habrán contemplado, en la siguiente tabla se abordan estrategias para resolver esto:

ESTRATEGIAS PARA EL PROYECTO ECOLÓGICO-INTEGRAL			
DECISIONES DE PROYECTO A TOMAR	CRITERIOS ECOLÓGICOS A EVALUAR (ESTRUCTURA DE INTERACCIONES)	EJEMPLOS DE ESTRATEGIAS DE PROYECTO A CONSIDERAR	EJEMPLOS DE APLICACIONES E INVENTOS TECNOLÓGICOS NECESARIOS
1. Elección de los materiales de construcción y los sistemas constructivos.	Agotamiento de los recursos energéticos y materiales alicados en el material y el sistema constructivo elegido.	Usar materiales locales.	Estructuras y sistemas desmontables que permitan un uso posterior.
	Impactos de los materiales y sistema constructivo seleccionado sobre el ecosistema del lugar de emplazamiento (contexto inmediato).	Proyectar tomando en cuenta procesos de reciclamiento de materiales.	Materiales derivados de recursos renovables o de menor impacto.
	Emisiones generadas al ambiente (como la huella de carbono).	Proyectar con materiales de larga vida útil para evitar reinversiones o re aplicaciones del mismo en corto plazo.	Materiales reciclados y /o biodegradables para ser asimilados en los ecosistemas.
	Actividades involucradas en el proceso de producción de los materiales para su posterior aplicación.	Proyectar teniendo en cuenta que si el edificio deberá ser demolido, se puedan rescatar algunos materiales e integrarlos en otros edificios.	Desarrollo de materiales de bajo consumo energético y bajo poder contaminante.
2. Elección del sistema de servicios.	Agotamiento de los recursos energéticos y materiales durante producción, construcción, funcionamiento y rutas de evacuación.	Usar fuentes ecológicas de energía y materiales.	Recursos energéticos ecológicos (energía solar, eólica, etc.)
	Descargas de producto durante sus ciclos de vida.	Reducir los niveles globales de necesidades de los usuarios, de confort y de consumo.	Sistemas técnicos más eficientes.

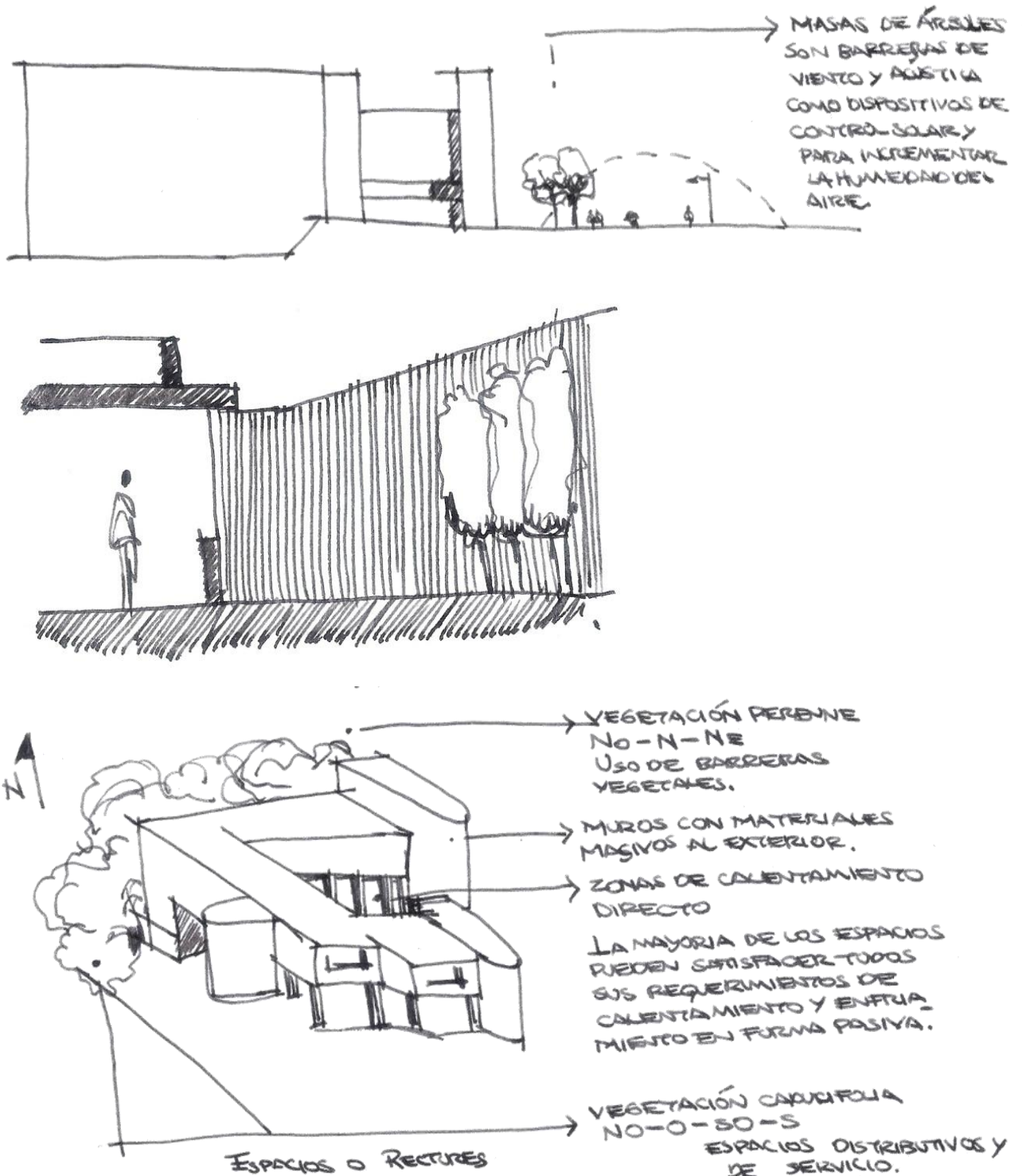
	Impactos espaciales sobre los ecosistemas del lugar de emplazamiento.	Mejorar el uso de los recursos energéticos y materiales.	Proyectar sistemas de circuito cerrado basándose en la reutilización y el reciclaje.
	Impactos sobre el ecosistema causados por las acciones y actividades durante el ciclo de vida.	Asimilar y reciclar los productos a los ecosistemas.	Proyectar sistemas que tengan una relación simbiótica con los ecosistemas.

3. Planificación espacial de la forma edificada.	Impactos sobre el ecosistema del lugar de emplazamiento.	Eliminar completamente el sistema proyectado de su lugar de emplazamiento.	Sistema de verificación del proyecto y de los ecosistemas.
	Impactos sobre la rehabilitación del lugar de emplazamiento al final de la vida útil de la edificación.	Integrar el sistema proyectado en la tipología paisajística local y en los factores en su ecosistema.	
	Propiedades ecológicas del ecosistema del lugar de emplazamiento.	Adecuarse a las propiedades de los ecosistemas.	
	Impactos durante el ciclo de vida del sistema proyectado.	Adecuarse a las características climáticas del emplazamiento adoptando una configuración de bajo consumo energético.	
	Impactos de otras posibles acciones y actividades humanas, urbanizaciones, etc. Fomentadas por el sistema proyectado.		

7.2. Tabla modificada de YEANG, Ken, **Proyectar con la naturaleza: bases ecológicas para el proyecto arquitectónico**, Ed. G.G., Barcelona, España, 1999.

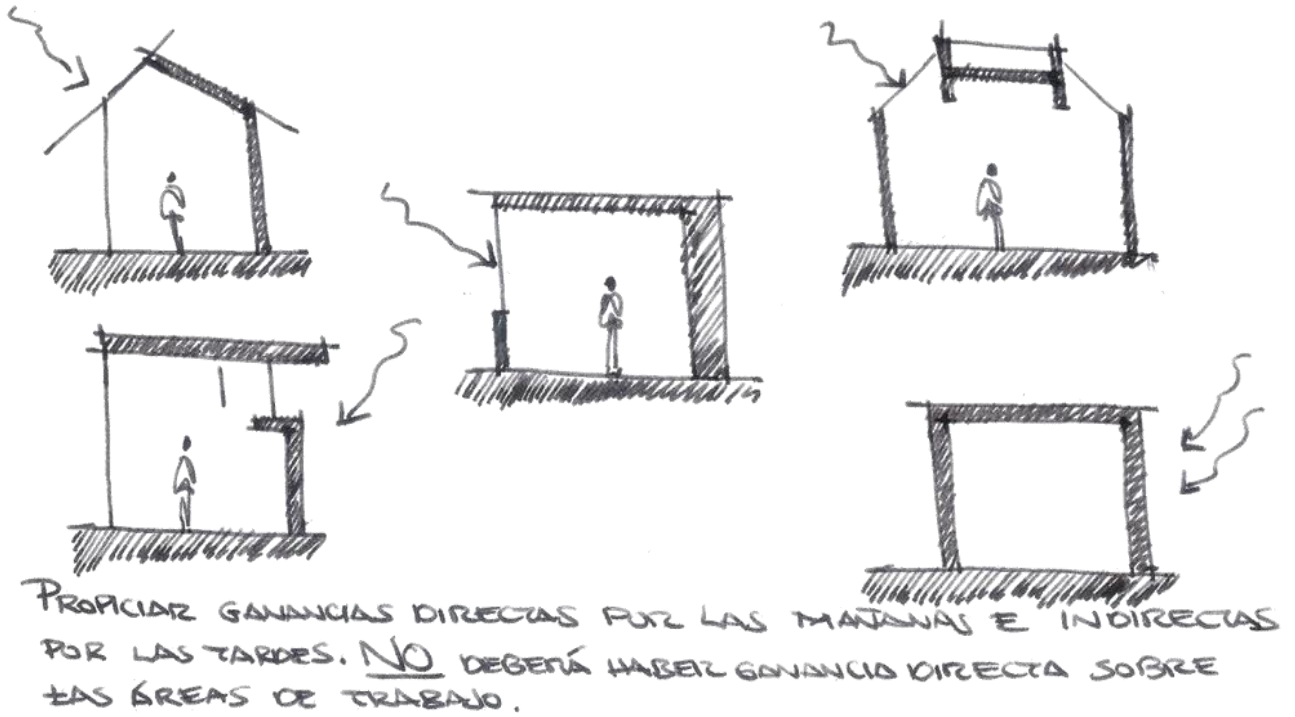
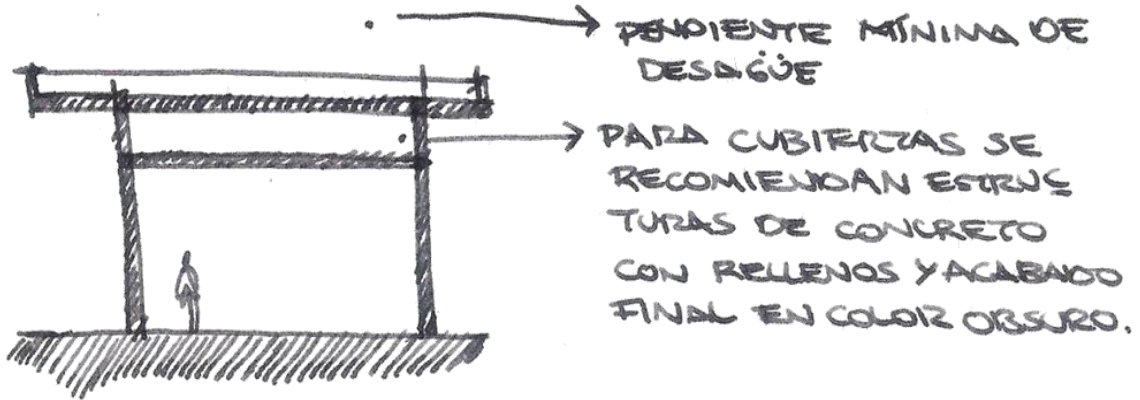


7.3.5 APLICACIONES EN ELEMENTOS DE VEGETACIÓN.



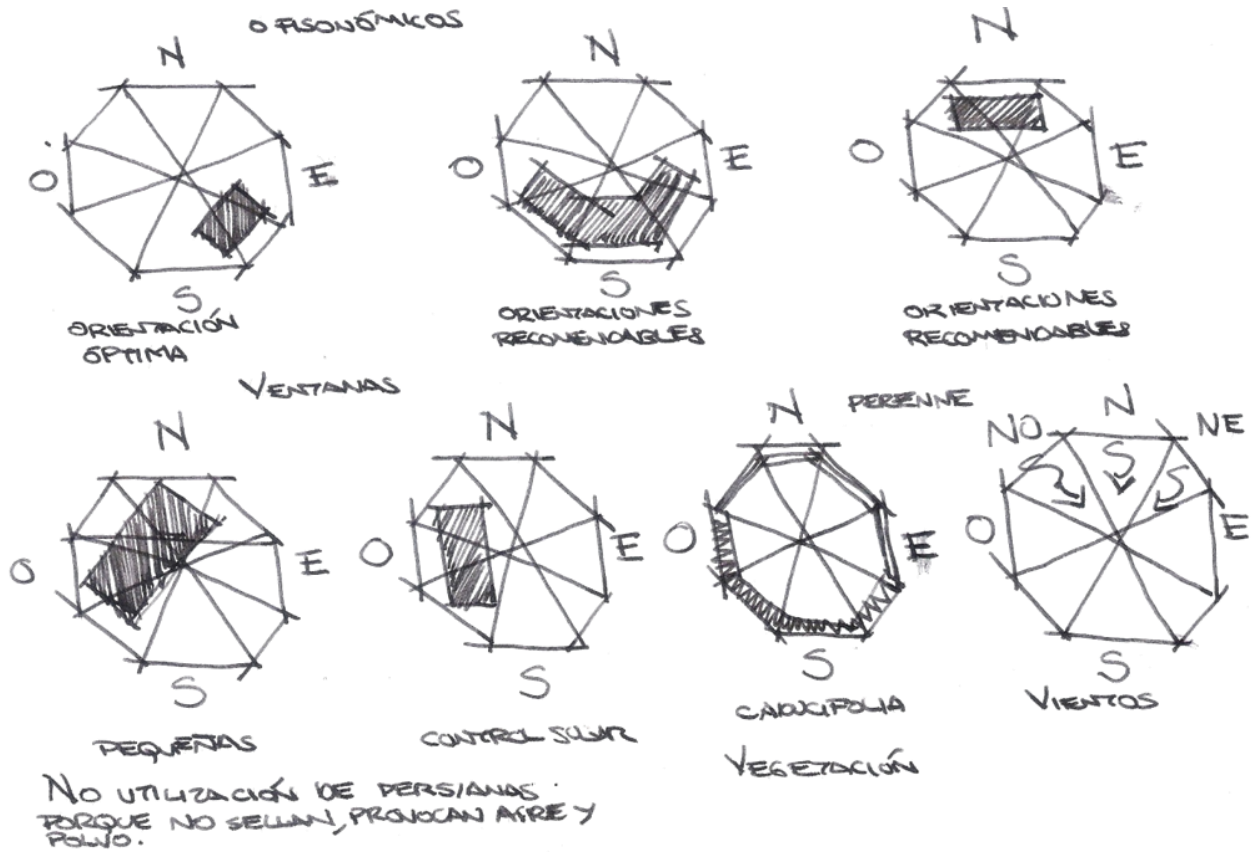
7.3. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

7.3.6 APLICACIONES EN CUBIERTAS.



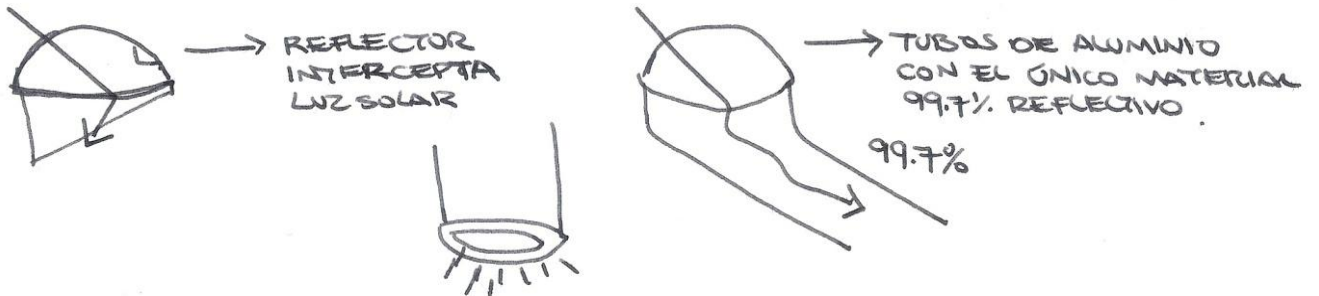
7.4. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

7.3.7 APLICACIONES DE ORIENTACIÓN ÓPTIMA.

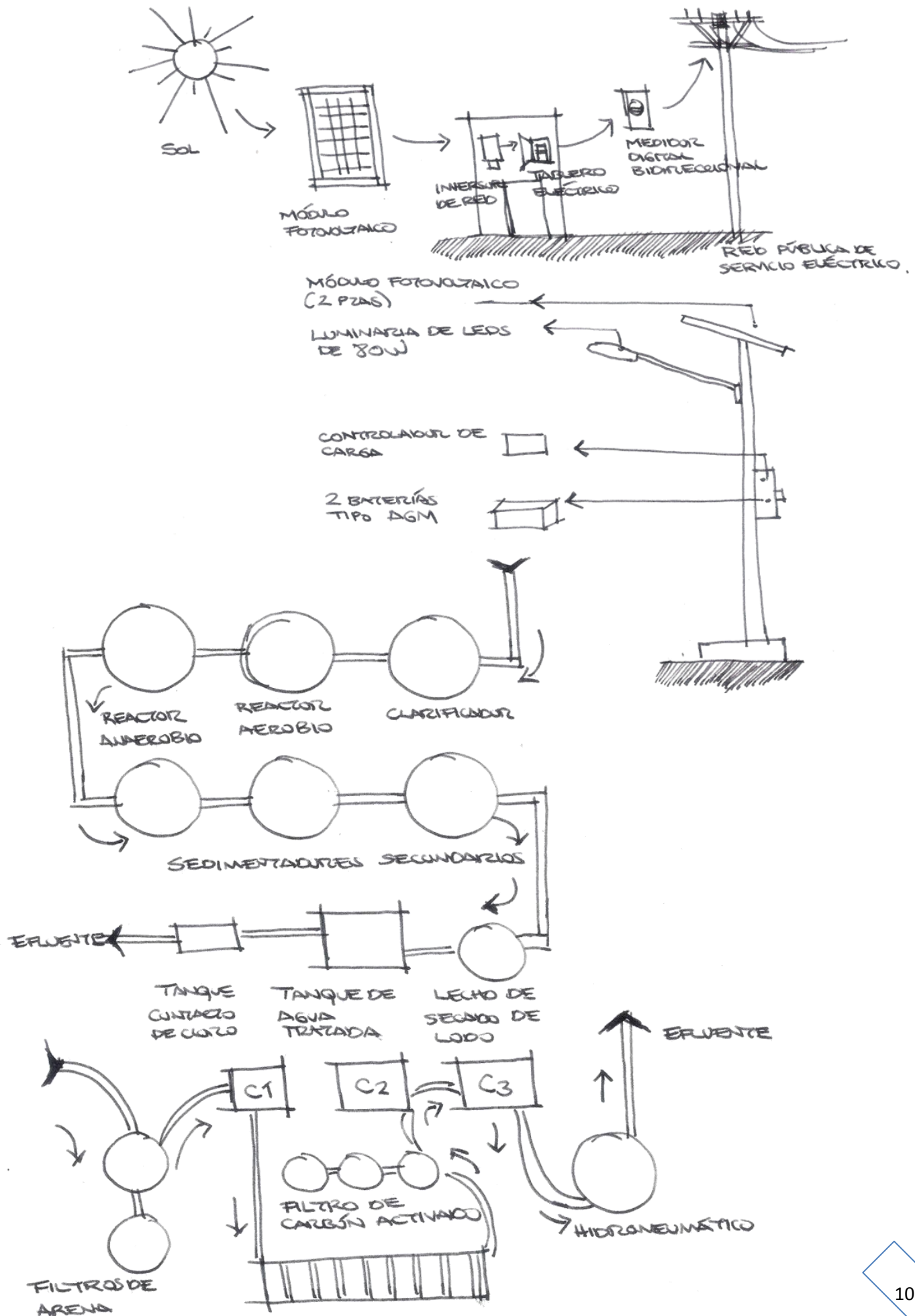


7.5. Croquis de elaboración propia tomando como base ALVAREZ Ordoñez, Joaquín Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, pág 120, Ed. Suara S.A. de C.V., México, julio 1994.

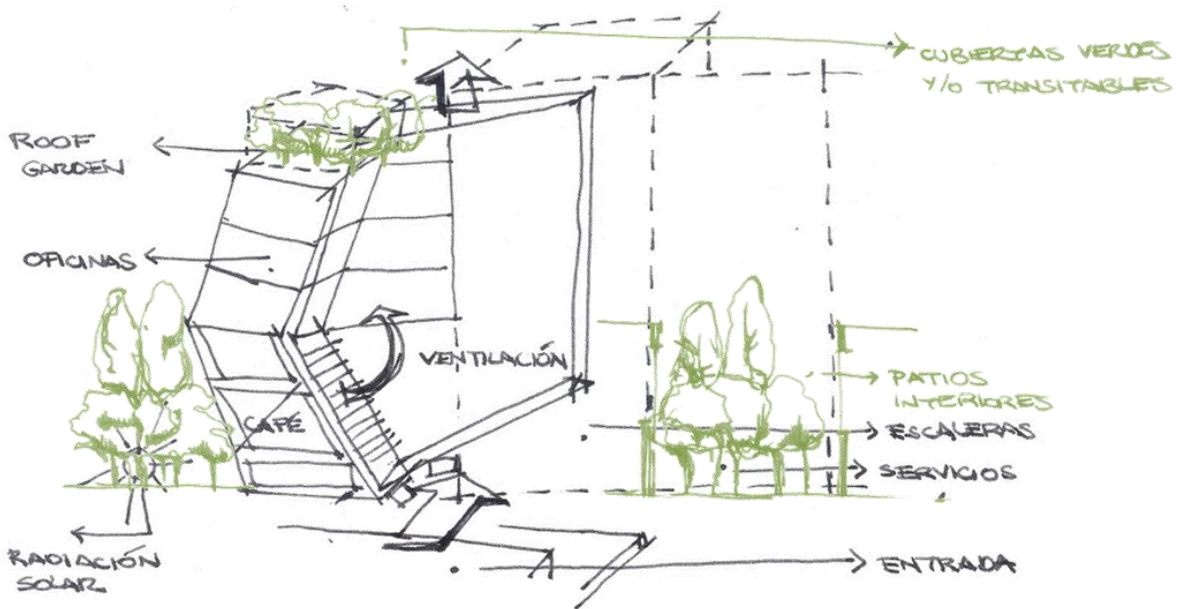
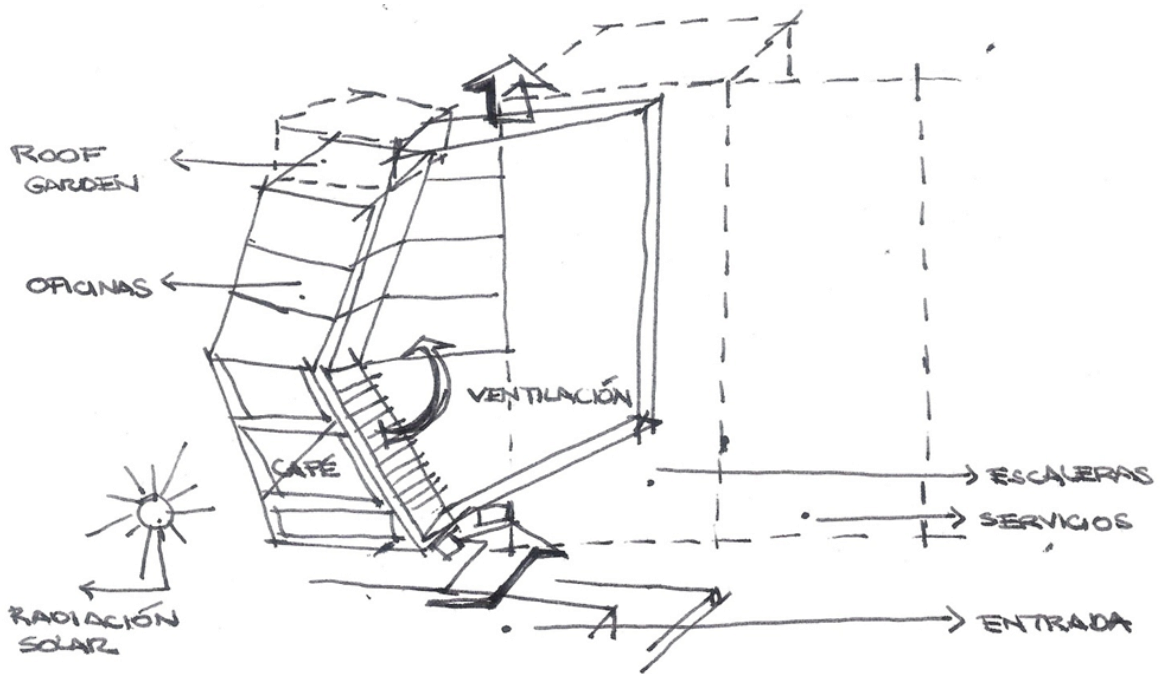
7.3.8 APLICACIONES BÁSICAS DE ECO-TECNOLOGÍAS.



7.6. Croquis de elaboración propia.



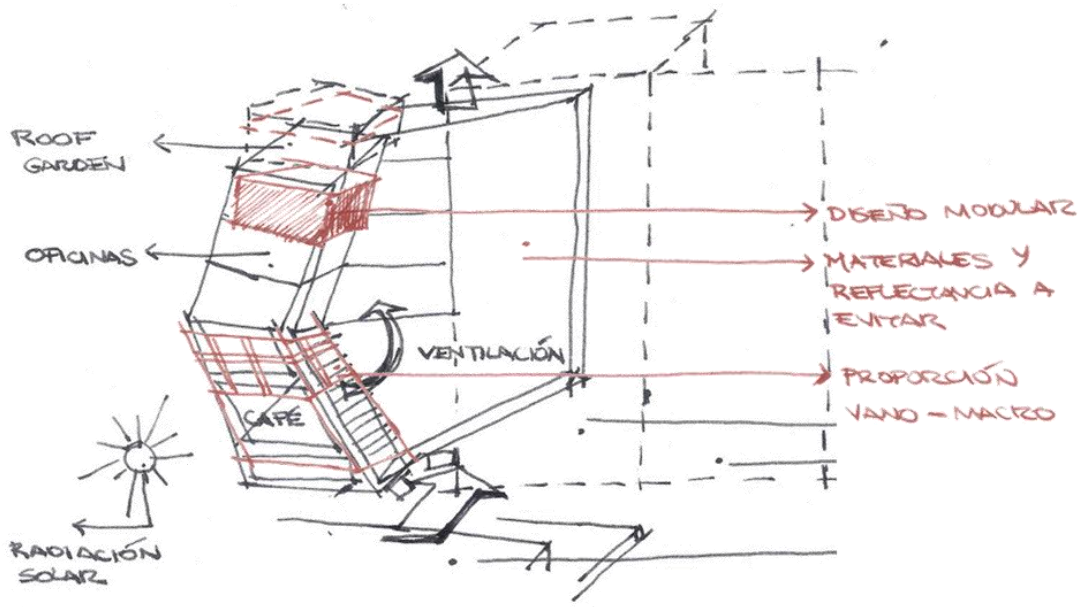
7.6. Croquis de elaboración propia.



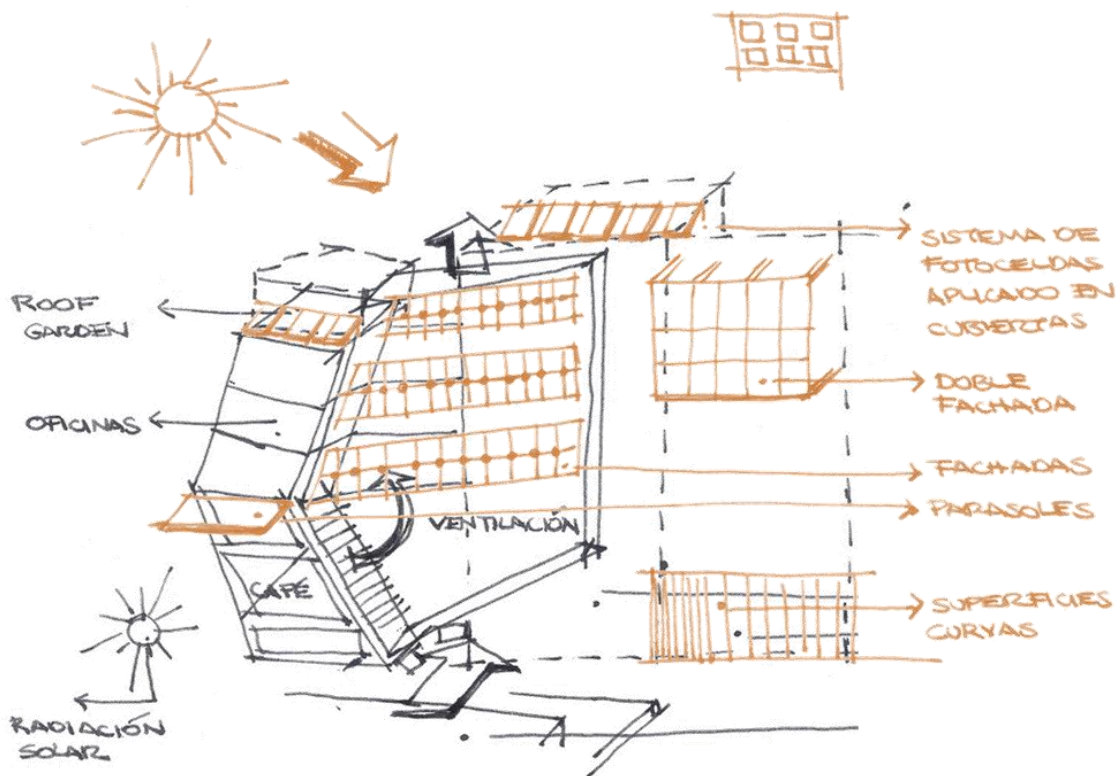
## INCORPORACIÓN DE LA VEGETACIÓN

7.7. Croquis de elaboración propia, tomando como base el croquis del Mittal Children's Medical Centre, Londres, <http://uol-ventilation.weebly.com/public.html>



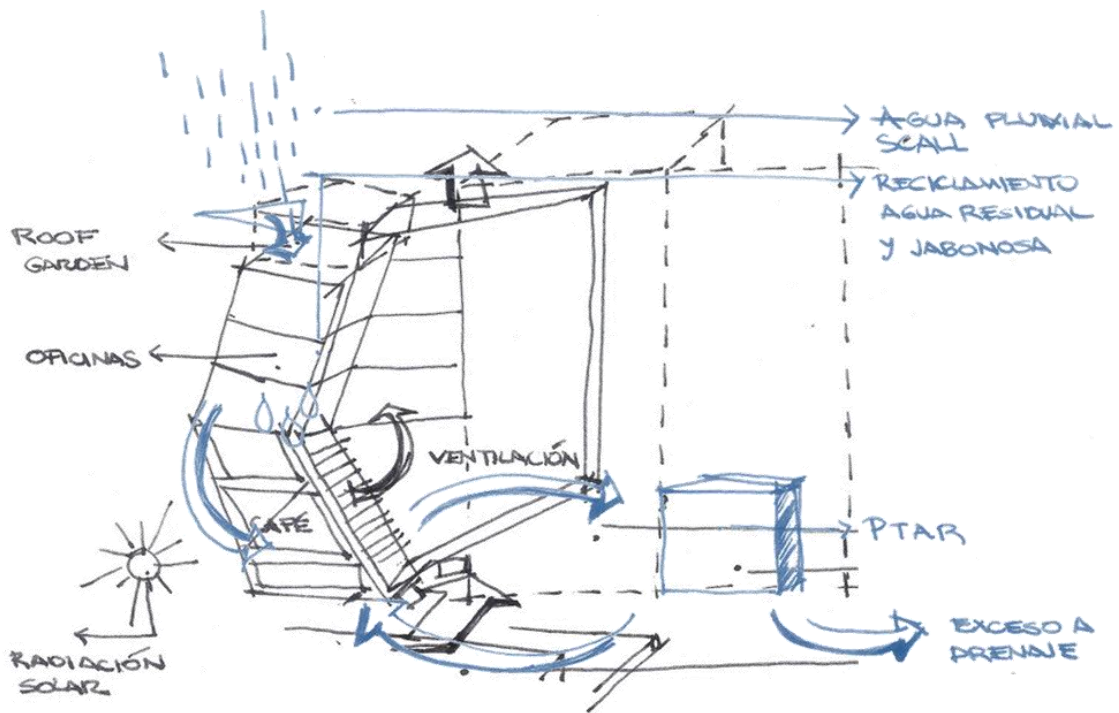


## SELECCIÓN DE MATERIALES

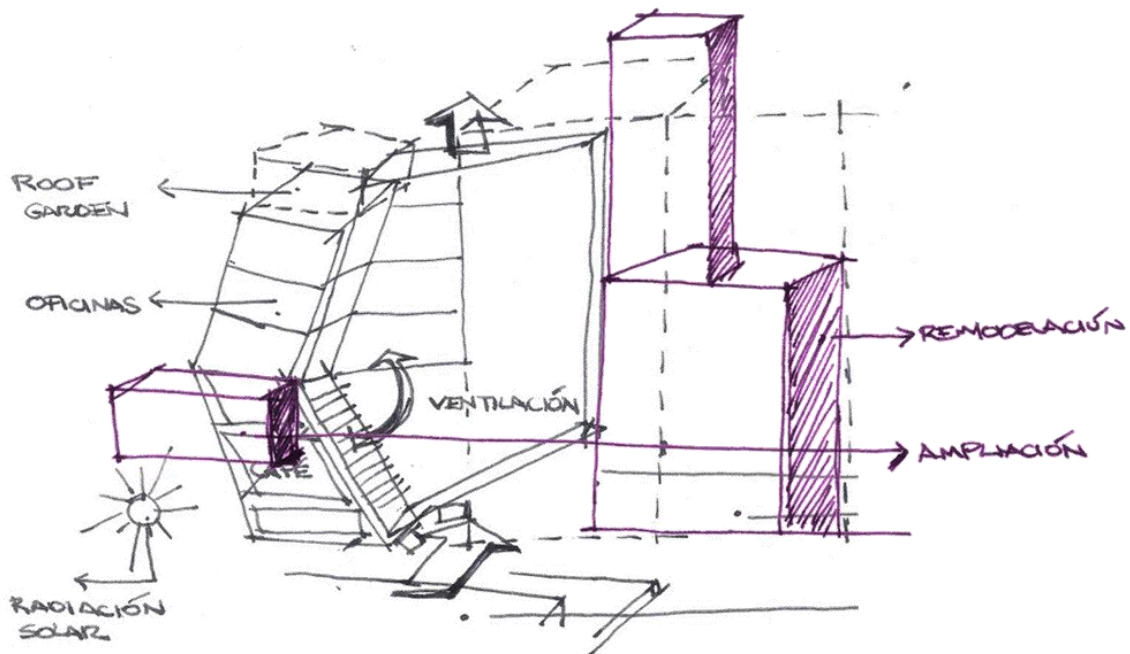


## APLICACIONES VARIAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

7.7. Croquis de elaboración propia , tomando como base el croquis del Mittal Children's Medical Centre,Londres, <http://uol-ventilation.weebly.com/public.html>



PLANTEAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA Y SU RE-CIRCULAMIENTO



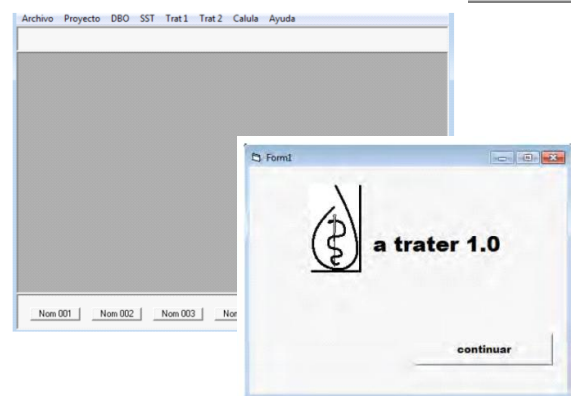
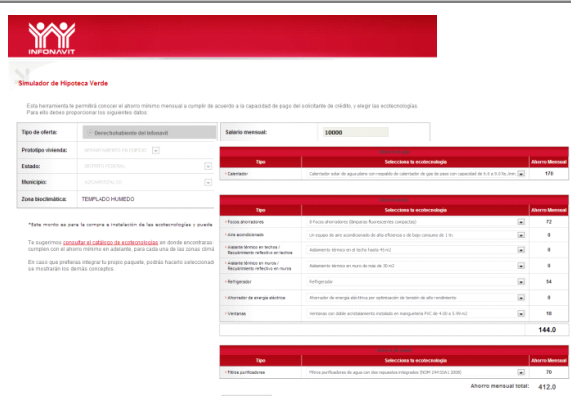
PLANEAMIENTO DE REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN

7.7. Croquis de elaboración propia , tomando como base el croquis del Mittal Children's Medical Centre,Londres, <http://uol-ventilation.weebly.com/public.html>

## 7.4 SOFTWARE PARA EVALUACIÓN DE EDIFICIOS Y DISEÑO EXISTENTE.

Es importante señalar que existen métodos de cálculo automatizados para la integración de eco-tecnologías en los edificios, pero durante la investigación pude descubrir que todos los que están en operación son extranjeros, por lo cual sería recomendable que se trabajara en el desarrollo de herramientas más completas para lograr que ese conocimiento sea más fácil de asimilar y poco a poco los proyectos cambien en México desde su concepción.

Aquí expongo dos prototipos nacionales:

SOFTWARE PARA EVALUACIÓN DE EDIFICIOS CON ECO-TECNOLOGÍAS	
<b>NOMBRE DEL PROGRAMA: A-TRATER</b> 	<b>NOMBRE DEL PROGRAMA: SIMULADOR DE ECOTECNOLOGÍAS</b> 
<b>FUNCIONES QUE REALIZA:</b>	<b>FUNCIONES QUE REALIZA:</b>
<b>ORIGEN: MÉXICO (PROTOTIPO PARA EDIFICIOS DE SALUD)</b>	<b>ORIGEN: MÉXICO (PROTOTIPO PARA VIVIENDAS)</b>
Brinda un panorama de que tan sustentable es el edificio en cuanto al agua. Integra una serie de variables como :	Brinda un panorama del ahorro que se puede lograr en una vivienda con una serie de variables como :
Consumo de agua	Localización bioclimática
Tipos de tecnologías de agua	Tipo de vivienda
Si se reutiliza agua residual y pluvial	Consumo de agua
Uso que se le da al agua no potable	Tipo de muebles que consumen agua
Cumplimiento de NOM-001-AA, NOM-002-AA, NOM-003-AA.	Tipo de calentador
Cuántos ciclos de tratamiento existen	Características de los muros de la vivienda
Si cumple con la certificación LEED H	Número de focos instalados
	Instalación de Aire Acondicionado
	Instalación de filtros purificadores
FUENTE:7. MORA Villalobos, Miguel Santos Arq., tesis de maestría, Lineamientos hacia una sustentabilidad del agua en edificios para la salud, Fac.de Arquitectura, UNAM, 2010, <a href="http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22">http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22</a>	FUENTE: INFONAVIT, consultado el día 09 de noviembre de 2013, <a href="http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/Infonavit/Traabajadores/Simulador_de_ecotecnologias/">http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/Infonavit/Traabajadores/Simulador_de_ecotecnologias/</a>

7.8. Tabla de elaboración propia con fuentes referidas.



### *7.5 CONCLUSIONES PREVIAS.*

Fue necesaria la revisión de diferentes fuentes para su confrontación, en donde resumo que resulta preocupante que a pesar de que estos lineamientos no son nuevos, existan unidades que no los tomen como base en sus partidos arquitectónicos y para todo el planteamiento del proyecto.

Actualmente existe El Programa Especial de Cambio Climático (PECC)<sup>64</sup>, que tiene como fin que en México se empiece a tomar consciencia de todo lo que representa cada acción de origen humano para el ambiente y esto se vea modificado, dentro del documento se hacen una serie de planteamientos, objetivos y métodos de posible solución expresados en la siguiente tabla:

---

<sup>64</sup> **Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012**, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Poder Ejecutivo de la Nación publicado en el Diario Oficial de la Federación el viernes 28 de agosto de 2009 consultado el día 09 de noviembre de 2013, [http://www.semarnat.gob.mx/programas/Documents/PECC\\_DOF.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/programas/Documents/PECC_DOF.pdf)

<b>MEDIDAS PARA EL PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PECC)</b>	
<i>NECESIDAD PLANTEADA</i>	<i>ACCIÓN REQUERIDA</i>
a) Reducción de la huella de carbono	a) Reducción de los procesos en edificios.
b) Analizar emisiones del Co2 por fuente (mediciones periódicas)	b) Exigir que cada edificio lleve un control .
c) Mitigación del daño al ambiente en la generación y uso de energía; generación de residuos	c) Hacer uso de energpías renovables que no generen emisiones y el reciclamiento y clasificación apropiada de residuos.
d) Estimular la sustitución y sistemas conjuntos de fuentes convencionales a renovables en edificios de alto consumo	
e) Tener en buen estado las vías de comunicación al exterior del conjunto	d) Mantenimiento preventivo y constante.
f) Impulsar el ahorro de energía	e) Políticas internas de cuidado, automatización de los sistemas eléctricos.
g) Disponibilidad de energía dentro de las unidades médicas	
h) Promover el uso de tecnologías para hacer uso de la biomasa	f) Utilización de esta como combustible.
i) Evitar emisiones no controladas de metano al ambiente u otras sustancias dañinas	g) Incorporar el uso del biogás para su aprovechamiento.
j) Incrementar y modernizar la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, incentivar la capacidad de reúso y reducir emisiones de gases de efecto invernadero	h) Incorporar PTAR de manera obligatoria y buscar el desarrollo de otras más eficientes.
k) El ahorro máximo de los recursos hídricos	
l) Acceso al agua potable dentro de las unidades médicas	i) Incorporación de SCALL y que el Estado garantice su abastecimiento.
m) Contar con aire limpio dentro de las unidades médicas	j) Hacer uso de criterios bioclimáticos incorporando vegetación y A.A. donde es requerido estrictamente.
n) Ordenamiento de asentamientos y actividades, tanto a nivel rural como urbano, para lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	k) Revisión de los Usos de Suelo asignados.
o) Fortalecer los sistemas de salud pública a través de alianzas estratégicas con sectores y regiones por medio de instrumentos de planeación, contando con una cultura de prevención e incorporando planes de atención a contingencias ambientales y epidemiológicas.	l) Reforzar el Primer Nivel de Atención con programas como PrevenIMSS.

7.9. Tabla de elaboración propia con base en lineamientos del PECC.



**Modelo económico**

# Modelo económico

## 8.1 ÁMBITO ECONÓMICO.

De manera que, debido al objetivo de este trabajo realicé una serie de visitas a los diferentes hospitales del Área Metropolitana con el fin de recolectar datos que pudieran proporcionarme valores aproximados reales sobre lo que pasa actualmente dentro de las unidades médicas. Esto con el fin de poder determinar prototipos que permitan entender el cómo se pueden aplicar de manera económica estas medidas sustentables que he venido desarrollando a lo largo del documento y sean una realidad consistente.

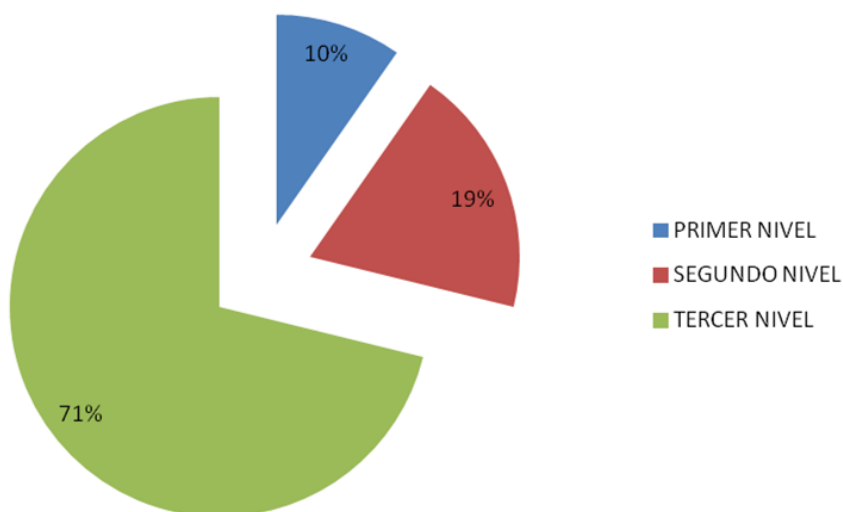
### 8.1.1 COSTOS GENERADOS POR PACIENTES.

La siguiente gráfica está basada en la tabla siguiente con los costos que genera cada servicio que se brinda dentro de las unidades, con el fin de referir el porqué se incrementan los costos mientras es más especializada la atención:

Es así que tomando en cuenta que los servicios más costosos se brindan en el tercer nivel, la estrategia consistirá en fortalecer el ahorro en consumos de las unidades de primer y segundo nivel que generen un nivel de acción en este ahorro de recursos por medio de

remodelaciones, ampliaciones y en futuro ampliación de cobertura con unidades nuevas.

**COSTOS PROMEDIOS POR SERVICIOS EN NIVEL DE ATENCIÓN**



8.0. Gráfica de elaboración propia.

COSTOS UNITARIOS POR NIVEL DE ATENCIÓN (2013)					
TIPO DE UNIDAD	TIPO DE SERVICIO BRINDADO	COSTO (\$) PESOS MEXICANOS	PROMEDIO POR NIVEL		
P R I M E R  N I V E L	Consulta médica	\$ 505.00	\$ 1,665.93	PORCENTAJE POR NIVEL	
	Consulta dental (estomatología)	\$ 538.00			
	Atención de urgencias	\$ 489.00			
	Curaciones	\$ 505.00			
	Estudio de Laboratorio clínico	\$ 66.00			
	Estudio de Radiodiagnóstico	\$ 152.00			
	Ultrasonografía	\$ 152.00			
	Traslado en ambulancia	\$ 462.00	COSTO	10%	
	Sesión de hemodiálisis	\$ 2,178.00	HOSPITALIZACIÓN		
	Sesión de quimioterapia	\$ 1,485.00	\$ 5,684.00		
	Intervención de tococirugía	\$ 6,722.00			
	Día paciente hospitalización	\$ 5,684.00	SERVICIO MAS COSTOSO		
	Intervención quirúrgica	\$ 3,662.00	\$ 6,722.00		
	Sesión de Medicina física y Rehabilitación	\$ 723.00			
S E G U N D O  N I V E L	Consulta de Medicina Familiar	\$ 505.00	PROMEDIO POR NIVEL		PORCENTAJE POR NIVEL
	Consulta Dental (estomatología)	\$ 538.00			
	Consulta de Especialidades	\$ 966.00			
	Atención de Urgencias	\$ 1,001.00			
	Día Paciente en Hospitalización	\$ 5,684.00			
	Día Paciente en Incubadora	\$ 5,684.00			
	Día Paciente en Terapia Intensiva	\$ 31,434.00			
	Curaciones	\$ 505.00	\$ 3,277.93		
	Estudio de Laboratorio Clínico	\$ 84.00			
	Citología Exfoliativa	\$ 179.00			
	Estudio de Medicina Nuclear	\$ 485.00			
	Estudio de Electrodiagnóstico	\$ 548.00			
	Estudio de Radiodiagnóstico	\$ 252.00			
	Ultrasonografía	\$ 252.00			
	Estudio de Tomografía Axial	\$ 1,336.00			
	Estudio de Resonancia Magnética	\$ 2,606.00			
	Estudio de Endoscopia	\$ 944.00			
	Sesión de Medicina Física y Rehabilitación	\$ 723.00		COSTO	
	Sesión de Radioterapia	\$ 846.00		HOSPITALIZACIÓN	
	Estudio de Anatomía Patológica (Laminillas Interpretadas)	\$ 179.00		\$ 5,684.00	
	Intervención Quirúrgica	\$ 14,918.00			
	Intervención de Tococirugía	\$ 6,722.00			
	Traslado en Ambulancia	\$ 1,435.00		SERVICIO MAS COSTOSO	
	Sesión de Quimioterapia	\$ 1,485.00			
	Sesión de Hemodiálisis	\$ 2,178.00			
	Estudio de Hemodinámica	\$ 12,501.00			
Terapia Psicológica	\$ 415.00				
Estudio/Sesión de Gabinete de					

D O  N I V E L	Sesión de Quimioterapia	\$ 1,485.00	SERVICIO MAS COSTOSO	\$ 31,434.00	19%
	Sesión de Hemodiálisis	\$ 2,178.00			
	Estudio de Hemodinámica	\$ 12,501.00			
	Terapia Psicológica	\$ 415.00			
	Estudio/Sesión de Gabinete de Tratamiento	\$ 542.00			
	Sesión de Terapia/Reeducación Ocupacional	\$ 113.00			
T E R C E R  N I V E L	Consulta de Especialidades	\$ 966.00	PROMEDIO POR NIVEL	\$ 12,202.41	PORCENTAJE POR NIVEL
	Atención de Urgencias	\$ 2,290.00			
	Día Paciente en Hospitalización	\$ 5,684.00			
	Día Paciente en Incubadora	\$ 5,684.00			
	Día Paciente en Terapia Intensiva	\$ 31,434.00			
	Estudio de Laboratorio Clínico	\$ 135.00			
	Citología Exfoliativa	\$ 261.00			
	Estudio de Medicina Nuclear	\$ 485.00			
	Estudio de Electrodiagnóstico	\$ 548.00			
	Estudio de Radiodiagnóstico	\$ 463.00			
	Ultrasonografía	\$ 463.00			
	Estudios de Tomografía Axial	\$ 1,336.00			
	Estudios de Resonancia Magnética	\$ 2,606.00			
	Procedimiento de Cardiología Intervencionista	\$ 12,501.00	COSTO HOSPITALIZACIÓN		
	Estudio de Endoscopia	\$ 944.00			
	Sesión de Medicina Física y Rehabilitación	\$ 723.00			
	Sesión de Radioterapia	\$ 846.00			
	Sesión de Quimioterapia	\$ 1,485.00			
	Estudio de Anatomía Patológica (Laminillas Interpretadas)	\$ 261.00			
	Intervención Quirúrgica	\$ 24,100.00	SERVICIO MAS COSTOSO		
	Intervención de Tococirugía	\$ 6,722.00			
	Traslado en Ambulancia	\$ 2,356.00			
	Sesión de Hemodiálisis	\$ 2,178.00			
	Terapia Psicológica	\$ 415.00			
	Estudio/Sesión de Gabinete de Tratamiento	\$ 542.00			
	Sesión de Terapia/Reeducación Ocupacional	\$ 113.00			
	COSTO TOTAL		\$ 223,924.00		

8.1 Tabla de elaboración propia ,tomando los costos unitarios publicados en el Diario Oficial de la Federación el día jueves 18 de abril de 2013.



### 8.1.2 CRITERIOS DE CONSUMO (AGUA, ENERGÍA ELÉCTRICA Y RESIDUOS EN LOS TRES NIVELES DE ATENCIÓN) POR MES.

Actualmente, el IMSS no cuenta con un desglose de estos factores para contemplar los costos por cada paciente, pero tal cual se vio en los gráficos anteriores existe un claro indicador de lo que se está requiriendo como un cambio inmediato.<sup>65</sup>

Ahora bien, por medio de la investigación de campo se pudieron obtener referentes tomando como base un formato como el que se muestra a continuación en donde se están tomando los datos más relevantes de consumos dentro de unidades de diferentes niveles para con ello generar promedios que nos lleven a valores tangibles para la aplicación de equipos con tecnología sustentable que disminuyan los consumos actuales.

De acuerdo a las unidades hospitalarias, se hizo una toma de mediciones tomando en cuenta los siguientes factores: Agua, Energía, Oxígeno líquido, Gas L.P. , Diesel, producción de R.P.B.I. y R.S.U.

La importancia de estos factores radica en los siguientes objetivos:

- a) *AGUA*: Conociendo los consumos es fácil determinar el porcentaje de ACS requerida para la implementación de sistemas de calentamiento solar, sabiendo los m<sup>3</sup> totales se puede determinar por U.M. la relación que habrá en cuanto a m<sup>3</sup> se deberán tratar (aguas residuales), además que se puede determinar la canalización o el tratamiento de A.P. mediante el conocimiento de las Isoyetas correspondientes y tomando en cuenta los m<sup>2</sup> dentro de las instalaciones médicas.
- b) *ENERGÍA ELÉCTRICA*: Conociendo los consumos de KWH es posible determinar las necesidades a cubrir y hacer una distribución en sistemas y circuitos para iluminación, transición y acento; lo cual nos dará como resultado poder determinar el porcentaje de la misma para la implementación de sistemas fotovoltaicos y sus opciones de instalación.
- c) *OXIGENO LIQUIDO*: Se tomaron mediciones de este recurso para poder dimensionar el espacio en el que va colocado, representa un espacio aproximado de 50 m<sup>2</sup>, solo aparece en algunas tablas ya que no es esencial dentro de los objetivos.
- d) *GAS L.P.*: Conociendo este valor podremos dimensionar la capacidad de los equipos así como el espacio que este necesitara para su ubicación y manejo correcto; es uno de los elementos más importantes por el riesgo que implica (combustión) y porque funciona como un sistema hibrido con algunos de los sistemas de emergencia se alimentan de este.
- e) *DIESEL*: Conociendo este valor podremos dimensionar la capacidad de los equipos así como el espacio que este necesitara para su ubicación y manejo correcto; es

---

<sup>65</sup> Investigación de campo en distintas unidades del IMSS.



uno de los elementos más importantes por el riesgo que implica (combustión) y porque funciona como un sistema híbrido con algunos de los sistemas de emergencia se alimentan de este. Además de que si en una obra existente se hace la implementación de un sistema de pre calentamiento solar los consumos de este tenderán a disminuir y por lo tanto la capacidad de almacenamiento también.

- f) *PRODUCCIÓN DE R.P.B.I.:* Conociendo este valor podremos dimensionar y hacer una correcta ubicación del Almacén temporal para que el personal y las mismas personas involucradas en su manejo cuenten con un riesgo nulo de infección, las medidas y condicionantes deben ser estrictas para evitar infecciones innecesarias (como se describió en el capítulo 5), sólo aparece en algunas tablas.
- g) *PRODUCCIÓN DE R.S.U.:* Conociendo este valor podremos dimensionar la capacidad del Almacén temporal y dentro de la administración de la unidad médica se podrá hacer una valoración logística de separación y posterior recolección (como se describió en el capítulo 5), sólo aparece en algunas tablas.

Cabe destacar que los factores tomados fueron por mes, teniendo en cuenta valores de 2011 a la fecha para tener un panorama actual y más certero.

Se hizo la visita a un total de 9 unidades médicas y no médicas (como las plantas de lavado que son relevantes por su consumo en fluidos energéticos).

### 8.1.2.1 TEMPORADAS DE CONSUMOS MÁS ALTOS.

CONSUMOS DE :	CONSUMOS MENSUALES PROMEDIO (PORCENTAJES)	
AGUA	MES	MAYOR CONSUMO EN EL TRIMESTRE ABR-JUNIO
	PROMEDIO	
ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMOS MENSUALES PROMEDIO	
	MES	MAYOR CONSUMO EN EL TRIMESTRE ABR-JUNIO
PROMEDIO		
GAS L.P.	CONSUMOS MENSUALES PROMEDIO	
	MES	MAYOR CONSUMO EN EL TRIMESTRE OCT-DIC
PROMEDIO		
DIESEL	CONSUMOS MENSUALES PROMEDIO	
	MES	MAYOR CONSUMO EN EL TRIMESTRE ENE-MAR
PROMEDIO		

De acuerdo a la siguiente tabla podemos tener una idea más gráfica sobre las temporadas en las que el consumo de los recursos antes descritos es mayor:

De manera que, con estos valores promedio podemos aplicar criterios de diseño que nos permitan modificar estas cantidades y a su vez obtener lineamientos dentro del diseño arquitectónico de los mismos.

8.2. Tabla de elaboración propia tomando en cuenta los consumos reportados de distintas unidades del IMSS en el Área Metropolitana.

## 8.2 VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.

### 8.2.1 COSTOS POR M2.

De acuerdo a varias fuentes el costo por metro cuadrado se maneja de la siguiente manera<sup>6667</sup>:

De acuerdo a estos modelos prototipos se observa el cómo se van a comportar los edificios con su diferencia de precios, el valor por m2 está determinado por estimaciones hechas a partir de visitas de campo realizando promedios y un concentrado en la siguiente tabla (año 2013):

COSTOS PARAMÉTRICOS POR M2 DE EDIFICIOS DE SALUD							
TIPO DE OBRA	TIPO DE UNIDAD		No. CAMAS (X CADA 10000 DHABS.)	M2 APROXIMADOS	COSTO /M2 (pesos)	COSTOCON EQUIPAMIENTO (pesos)	COSTO PROMEDIO
OBRA NUEVA(CONSTRUCCIÓN)	PLANTA DE LAVADO	SERVICIO	NA	5500	\$ 16,700.00	\$ 23,380.00	\$ 16,700.00
	PRIMER NIVEL	U.M.F.,U.M.F. + HOSPITAL	1-15 CONSULTORIOS	200-5000	\$ 16,500.00	\$ 23,100.00	\$ 16,500.00
	SEGUNDO NIVEL	H.G.S.	12,34	6200-22000	\$ 16,500.00	\$ 23,100.00	\$ 17,600.00
		H.G.Z.	72,144,216		\$ 18,700.00	\$ 26,180.00	
					MENOR	INTERMEDIA	MAYOR
	REMODELACIÓN O AMPLIACIÓN	PLANTA DE LAVADO	SERVICIO	NA	\$ 500.00	\$ 750.00	\$ 16,700.00
PRIMER NIVEL		U.M.F.,U.M.F. + HOSPITAL	1-15 CONSULTORIOS	\$ 3,500.00	\$ 8,000.00	\$ 12,700.00	\$ 8,000.00
SEGUNDO NIVEL		H.G.S.	12,34	\$ 3,000.00	\$ 7,700.00	\$ 12,000.00	\$ 8,250.00
		H.G.Z.	72,144,216	\$ 4,000.00	\$ 8,800.00	\$ 14,000.00	

8.3. Tabla de elaboración propia con base en datos del IMSS,CMIC,SSA de 2012.

<sup>66</sup> Documento pdf perteneciente al Diario Oficial de la Federación online, **Costos Unitarios del IMSS 2013**, publicado el día 18 de abril de 2013.

<sup>67</sup> Documento pdf online, **Costo por m2 de construcción**, CMIC (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción), <http://www.cmicmty.org.mx/documentos/indices%20marzo/m2%20de%20Construccion%20OCT%202010-ENE%202011%20IMIC.pdf>

COSTOS PARAMÉTRICOS POR M2 DE EDIFICIOS DE SALUD							
FUENTE		TIPO DE UNIDAD	SUPERFICIE CONSTRUIDA (M2)	COSTO /M2	COSTO TOTAL DE LA OBRA(millones de pesos)	COSTO DEL EQUIPAMIENTO (millones de pesos)	COSTO TOTAL DE LA UNIDAD(millones de pesos)
CMIC		Clinicas		\$ 6,796.66			\$ -
		Hospitales		\$ 10,089.00			\$ -
MODELOS DE UNIDADES	PRIMERA NAVE	Centro de Salud (1 consultorio)	120	\$ 9,000.00	\$ 1.08	\$ 0.40	\$ 1.48
		Centro de Salud (2 consultorios, incluye vivienda médica)	223	\$ 9,000.00	\$ 2.00	\$ 0.60	\$ 2.60
		Centro de Salud (5 consultorios, ultrasonido y detección de riesgos)	680	\$ 9,000.00	\$ 6.12	\$ 2.30	\$ 8.42
		Centro de Salud (12 consultorio)	1,219	\$ 10,000.00	\$ 12.19	\$ 4.80	\$ 16.99
		Centro de Salud con Servicios Ampliados (CESSA)	1,742	\$ 10,500.00	\$ 18.29	\$ 7.80	\$ 26.09
	SEGUNDA NAVE	Hospital de la Comunidad (12 camas y 1 quirófano)	1,705	\$ 12,000.00	\$ 20.46	\$ 5.30	\$ 25.76
		Hospital de la Comunidad (12 camas, 1 quirófano, módulo de medicina tradicional y residencia)	2,312	\$ 12,000.00	\$ 27.74	\$ 5.30	\$ 33.04
		Hospital General (30 camas, 1 quirófano y 1 sala de expulsión)	3,206	\$ 12,000.00	\$ 38.47	\$ 13.60	\$ 52.07
		Hospital General (60 camas, 2 quirófanos y 1 sala de expulsión)	7,600	\$ 12,000.00	\$ 91.20	\$ 26.90	\$ 118.10
		Hospital General (90 camas, 4 quirófanos y 3 salas de expulsión)	12,800	\$ 12,000.00	\$ 153.60	\$ 45.30	\$ 198.90
		Hospital General (120 camas, 4 quirófanos y 3 salas de expulsión)	15,430	\$ 13,000.00	\$ 200.59	\$ 54.60	\$ 255.19

U N I D A D E S  M É D I C A S	I V E L	Hospital General (90 camas, 4 quirófanos y 3 salas de expulsión)	12,800	\$ 12,000.00	\$ 153.60	\$ 45.30	\$ 198.90
		Hospital General (120 camas, 4 quirófanos y 3 salas de expulsión)	15,430	\$ 13,000.00	\$ 200.59	\$ 54.60	\$ 255.19
		Hospital General (180 camas, 5 quirófanos y 3 salas de expulsión)	18,000	\$ 13,000.00	\$ 234.00	\$ 62.10	\$ 296.10
( 2 0 0 7 )	T E N R I C V E E R L	UNEME de Multiservicios					
		Cirugía					
		Ambulatoria				\$ 15.00	
		Hemodiálisis				\$ 8.00	
		Oncología				\$ 52.00	
		Diagnóstico				\$ 30.00	
		Prevención y	5,197	12,000.00	\$ 62.35	\$ 1.00	\$ 168.35

8.2. Tabla de elaboración propia con base en datos del IMSS,CMIC,SSA de 2012.

### 8.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UNIDADES MÉDICAS PARA OBTENCIÓN DE UNIDAD PROTOTIPO.

En la siguiente tabla se hace referencia a la serie de unidades médicas visitadas (siete), para la obtención de un modelo para análisis de costos y viabilidad de sistemas:

Dentro de los Modelos de Costos expuestos se toman valores referenciales basados en la propuesta del Dr. Álvaro Sánchez González. Donde los precios están expresados en dólares, tomando el valor de cambio de \$13.19 m.n.<sup>68</sup>. El valor correspondiente al concepto de Mantenimiento contempla que este valor deberá ser cubierto pre operativamente para garantizar que al menos por el primer año de servicio, la unidad médica tendrá cubiertos estos gastos. Los honorarios del arquitecto se basan en los Aranceles del IMSS y contemplando que es Obra Pública rondan entre el 2-4% por el género

<sup>68</sup> Tomado del Banco de México, el día 07 de noviembre de 2013, <http://www.banxico.org.mx/>

**ESTADO ACTUAL DE LAS UNIDADES**

TIPO DE UNIDAD	UNIDADES MÉDICAS																			
NOMBRE UNIDAD	UNIDAD DE PRIMER NIVEL (1)		UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL(1)		UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL (2)		UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL (3)		UNIDAD DE TERCER NIVEL(1)		UNIDAD DE TERCER NIVEL(2)		H.G.R. 251 METEPEC (1)		PROMEDIO TOTAL MENSUAL					
TERRENO (M2)	5543		31585		26958.75		23706.25		17400		10131		40000							
SUPERFICIE(M2)	5743		21799		21567		18965		27000		7054		32409							
CAMAS CEN.	0		173		273		368		440		0		236							
CAMAS N. CEN.	8		96		208		126		338		0		117							
PROMEDIOS DE CONSUMO																				
CONSUMOS	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	COSTO M3			
<b>AGUA</b>	1461.92	\$ 65,734.67	5428.14	\$ 207,246.23	6373.86	\$ 287,823.26	4405.94	\$ 315,013.18	6620.00	\$ 331000	1267.70	\$ 70,853.32	6697.68	\$ 255,717.42	4607.89	\$ 219,055.44	\$ 47.54			
ENERGÍA ELÉCTRICA																				
CONSUMOS	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	COSTO KWH			
<b>ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	53750.00	\$ 124,866.67	395150.84	\$ 1,418,591.50	121564.21	\$ 436,415.52	139643.29	\$ 501,319.43	160597.00	\$ 883,283.50	15857.30	\$ 56,927.71	120000.00	\$ 430,800.00	125820.33	\$ 550,314.90	\$ 4.37			
O2 LIQUIDO																				
CONSUMOS	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.			
<b>O2 LIQUIDO</b>	6.75	\$ 1,626.42	27275.19	\$ 150,968.17	7260.91	\$ 37,175.84	32038.18	\$ 163,135.12	23427.77	\$ 121,824.42	0.00	\$ -	90.00	\$ 510.00	12871.26	\$ 67,891.42	\$ 5.27			
GAS																				
CONSUMOS	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.			
<b>GAS</b>	1412.60	\$ 3,548.82	1115.99	\$ 5,423.70	846.79	\$ 4,149.27	2184.24	\$ 12,861.94	1791.20	\$ 8,863.16	0.00	\$ -	1387.50	\$ 6,660.00	1248.33	\$ 5,929.56	\$ 4.75			
DIESEL																				
CONSUMOS	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.			
<b>DIESEL</b>	1000.00	\$ 10,810.00	48156.61	\$ 271,747.75	31497.37	\$ 166,340.08	29270.65	\$ 169,563.07	28433.33	\$ 161,113.33	85163.57	\$ 448,812.00	20000.00	\$ 120,000.00	34788.79	\$ 192,626.60	\$ 5.54			
R.P.B.I.																				
CONSUMOS	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	COSTO KGS.			
<b>R.P.B.I.</b>	140.43	\$ 635.96	1263.87	\$ 5,723.63	1400.27	\$ 15,501.04	1813.56	\$ 17,181.05	2475.01	\$ 27,348.89	0.40	\$ 3.79	4028.13	\$ 45,115.00	1588.81	\$ 15,929.91	\$ 10.03			
R.S.U.																				
CONSUMOS	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	KGS.	\$	COSTO KGS.			
<b>R.S.U.</b>	2107.24	\$ 13,907.77	2338.17	\$ 15,431.91	2590.51	\$ 16,786.49	3355.08	\$ 22,143.51	4197.21	\$ 27,281.86	100.00	\$ 660.00	7452.03	\$ 49,183.41	3162.89	\$ 20,770.71	\$ 6.57			

### 8.2.3 PRIMER Y SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN MÉDICA COMO EL SECTOR PROPICIO DE IMPLEMENTACIÓN.

De manera que al exponer estos dos prototipos la intención es que el sector que se fortalezca sea el de estos dos niveles, debido a que el tercer nivel al ser de carácter más especializado requiere particularidades muy importantes.

Así sustentando que estos dos niveles crezcan y/o se remodelen el costo para la misma Institución puede bajar e invertirse en otros factores como un mayor nivel de atención médica.

También realicé el análisis de plantas de lavado por el consumo mayor de agua y gas en relación a las unidades médicas, pero al ser unidades independientes de las médicas contemplarían el hablar de otro género de edificio; por lo cual solo se exponen como referentes.

#### 8.2.3.1 UNIDAD PROTOTIPO DE PRIMER NIVEL.

Ahora bien, al ser de los niveles a reforzar se exponen a continuación cifras de consumo

UNIDADES MÉDICAS							
NOMBRE UNIDAD	UNIDAD DE PRIMER NIVEL (1)		UNIDAD MÉDICA PROTOTIPO DE PRIMER NIVEL				
TERRENO (M2)	5543		PROMEDIO TOTAL MENSUAL			EFICIENCIA PROMEDIO	
SUPERFICIE (M2)	5743						
CAMAS CEN.	0						
CAMAS N. CEN.	8						
CONSUMOS	M3	\$	M3	\$	COSTO M3	M2 CONSTRUIDO	PROMEDIO ACS SOLAR
AGUA	1461.92	\$ 65,734.67	1462	\$ 65,735	\$ 44.96	5743.00	146.19
	KWH	\$	KWH	\$	COSTO KWH	M2 TERRENO	
ENERGÍA ELÉCTRICA	53750.00	\$ 124,866.67	53750	\$ 124,867	\$ 2.32	5543.00	
	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.	CAMAS CENSABLES	PROMEDIO A.T. Y TRATAMIENTO DE LTS/S
GAS	1412.60	\$ 3,548.82	1413	\$ 3,549	\$ 2.51	0	30 M3 CON UN TRAT. DE 0.50 LTS/S
	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.	CAMAS NO CENSABLES	
DIESEL	1000.00	\$ 10,810.00	1000	\$ 10,810	\$ 10.81	8	

aproximado y las necesidades que deberían ser cubiertas con eco-tecnologías. Al tratarse de una unidad de primer nivel, tiene consumos más bajos de estos fluidos energéticos, que se reflejan en los siguientes costos:

8.5. Tabla de elaboración propia.

MODELO DE COSTO PARA UNIDAD MEDICA SUSTENTABLE DE PRIMER NIVEL				
Superficie construida:(m2)	5743		tasa cambio	2013 NOVIEMBRE
Costo por metro cuadrado	\$16,500	pesos aprox.	\$13	\$ 7,184,192.57
Costo total sin terreno	\$94,759,500	pesos		USA dlls
<b>DISTRIBUCION POR SUBSISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.0 estructura	\$33,165,825	0.35	\$ 5,775	% est.prelim
2.0 acabados	\$16,109,115	0.17	\$ 2,805	
3.0 instalaciones	\$ 20,847,090	0.22	\$ 3,630	
4.0 complementos	\$ 18,004,305	0.19	\$ 3,135	
5.0 organización	\$ 6,633,165	0.07	4,643	
	\$94,759,500	1.00	\$ 19,988	estim.prelim
			USA dlls: M2	\$ 1,515.41
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 1 ESTRUCTURA</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.1 trabajos preliminares	\$ 2,653,266	0.08	\$ 462.00	% est.prelim
1.2 cimentacion	\$ 9,286,431	0.28	\$ 1,617.00	
1.3 superestructura	\$ 21,226,128	0.64	\$ 3,696.00	
	\$ 33,165,825	1.00	\$ 5,775.00	estim preliminar
			USA dlls	\$ 437.83
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 2 ALBANILERIA Y ACABADOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
2.1 muros	\$ 7,732,375	0.48	\$ 1,346.40	
2.2 pisos	\$ 5,638,190	0.35	\$ 981.75	
2.3 plafones	\$ 966,547	0.06	\$ 168.30	
2.4 cubierta ext.(impermeable)	\$ 322,182	0.02	\$ 56.10	
2.5 detalles	\$ 1,449,820	0.09	\$ 252.45	
	\$ 16,109,115	1.00	\$ 2,805.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 212.66
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 3 INSTALACIONES</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
3.1 sanit-hidraulica	\$ 6,254,127	0.30	\$ 1,089.00	
3.2 elect-telefonía	\$ 4,794,831	0.23	\$ 834.90	
3.3 vent.mecánica	\$ 2,084,709	0.10	\$ 363.00	
3.4 trat.agua usada	\$ 2,084,709	0.10	\$ 363.00	
3.5 fotoceldas	\$ 5,628,714	0.27	\$ 980.10	
	\$ 20,847,090	1.00	\$ 3,630.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 275.21
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 4 COMPLEMENTOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
4.1 áreas exteriores	\$ 720,172	0.04	\$ 125.40	
4.2 aluminio (ventanería)	\$ 7,741,851	0.43	\$ 1,348.05	
4.3 carpint-cerraj.	\$ 1,260,301	0.07	\$ 219.45	
4.4 herrería (rejas ext.)	\$ 3,600,861	0.20	\$ 627.00	
4.5 accesorios ornato	\$ 720,172	0.04	\$ 125.40	



4.6 vidrieria		\$	3,240,775		0.18	\$	564.30	
4.7 limpieza obra		\$	360,086		0.02	\$	62.70	
4.8 juntas constructivas		\$	270,065		0.02	\$	47.03	
		\$	17,914,283		1.00	\$	3,119.33	estim.prelim
						USA dIls	\$	236.49
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 5 ORGANIZACIÓN</b>								
<b>COMPONENTE</b>			<b>TOTAL 2013</b>		<b>PARTIDA (%)</b>		<b>\$/m2 2013</b>	
5.1 licencias		\$	331,658		0.05	\$	57.75	
5.2 asesorias		\$	464,322		0.07	\$	80.85	
5.3 vigilancia		\$	331,658		0.05	\$	57.75	
5.4 financiamiento y seguros		\$	1,392,965		0.21	\$	242.55	
5.5 concursos contratistas		\$	530,653		0.08	\$	92.40	
5.6 superv. Tec-admtva.		\$	1,923,618		0.29	\$	334.95	
5.7 imprevistos/mant.inicial		\$	1,658,291		0.25	\$	288.75	estim.prelim
		\$	6,633,165		1.00	\$	1,155.00	\$ 87.57
						USA dIls	\$	1,249.76
<b>NOTAS:</b>	La superficie construida, los costos, las distribuciones de elementos por partida son aproximados y probabilísticos; las tasas de cambio son de 2013. El terreno de 5543 m2 podría representar el 25 % del costo de construcción:							
	\$23,689,875	\$7,403.09	el m2.	La inversión total sería:				
	\$118,449,375	millones de pesos 2013						
	APOORTE MENSUAL 12 MESES DE OBRA				3.33 MDP			
	mantenimiento anual			\$14,213,925	15% del costo de construcción			
<b>INVERSIÓN</b>	honorarios arquitecto			\$3,790,380	4% del costo de construcción			

8.6. Modelo de Costos de la Unidad de Primer Nivel tomando como base el modelo del Dr. Álvaro Sánchez.

### 7.2.3.2 UNIDAD PROTOTIPO DE SEGUNDO NIVEL.

El siguiente modelo ya contempla atención de hospitalización, pero que sigue siendo ambulatoria:

NOMBRE UNIDAD	UNIDADES MÉDICAS												UNIDAD MÉDICA PROTOTIPO DE SEGUNDO NIVEL	
	UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL (1)		UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL (2)		UNIDAD DE SEGUNDO NIVEL (3)		H.G.R. 251 METEPEC (1)		PROMEDIO TOTAL MENSUAL		EFICIENCIA PROMEDIO			
TERRENO (M2)	31585		26958.75		23706.25		40000							
SUPERFICIE (M2)	21799		21567		18965		32409							
CAMAS CEN.	173		273		368		236							
CAMAS N. CEN.	96		208		126		117							
CONSUMO \$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	M3	\$	COSTO M3	M2 CONSTRUIDO \$	PROMEDIO ACS SOLAR	
AGUA	5428.14	\$ 207,246.23	6373.86	\$ 287,823.26	4405.94	\$ 315,013.18	6697.68	\$ 255,717.42	5726	\$ 266,450	\$ 46.53	21465.67		
ENERGÍA ELÉCTRICA	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	COSTO KWH	M2 TERRENO		
	395150.84	\$ 1,418,591.50	121564.21	\$ 436,415.52	139643.29	\$ 501,319.43	120000.00	\$ 430,800.00	194090	\$ 696,782	\$ 3.59	24963.50	572.64	
GAS	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.	CAMAS CENSABLES	PROMEDIO A.T. Y TRATAMIENTO DE LTS/S	
	1115.99	\$ 5,423.70	846.79	\$ 4,149.27	2184.24	\$ 12,861.94	1387.50	\$ 6,660.00	1384	\$ 7,274	\$ 5.26	248		
DIÉSEL	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.	CAMAS NO CENSABLES	305 M3 CON UN TRAT. DE 5 LTS/S	
	48156.61	\$ 271,747.75	31497.37	\$ 166,340.08	29270.65	\$ 169,563.07	20000.00	\$ 120,000.00	32231	\$ 181,913	\$ 5.64	148		

8.7. Tabla de elaboración propia.

MODELO DE COSTO PARA UNIDAD MEDICA SUSTENTABLE DE SEGUNDO NIVEL				
Superficie construida:(m2)	21465.67		tasa cambio	2013 NOVIEMBRE
Costo por metro cuadrado	\$17,600	pesos aprox.	\$13	\$ 28,642,592.27
Costo total sin terreno	\$377,795,792	pesos		USA dlls
<b>DISTRIBUCION POR SUBSISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.0 estructura	\$132,228,527	0.35	\$ 6,160	% est.prelim
2.0 acabados	\$64,225,285	0.17	\$ 2,992	
3.0 instalaciones	\$ 83,115,074	0.22	\$ 3,872	
4.0 complementos	\$ 71,781,200	0.19	\$ 3,344	
5.0 organización	\$ 26,445,705	0.07	18,512	
	\$377,795,792	1.00	\$ 34,880	estim.prelim
			USA dlls: M2	\$ 2,644.43
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 1 ESTRUCTURA</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.1 trabajos preliminares	\$ 10,578,282	0.08	\$ 492.80	% est.prelim
1.2 cimentacion	\$ 37,023,988	0.28	\$ 1,724.80	
1.3 superestructura	\$ 84,626,257	0.64	\$ 3,942.40	
	\$ 132,228,527	1.00	\$ 6,160.00	estim preliminar
			USA dlls	\$ 467.02
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 2 ALBANILERIA Y ACABADOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
2.1 muros	\$ 30,828,137	0.48	\$ 1,436.16	
2.2 pisos	\$ 22,478,850	0.35	\$ 1,047.20	
2.3 plafones	\$ 3,853,517	0.06	\$ 179.52	
2.4 cubierta ext.(impermeable)	\$ 1,284,506	0.02	\$ 59.84	
2.5 detalles	\$ 5,780,276	0.09	\$ 269.28	
	\$ 64,225,285	1.00	\$ 2,992.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 226.84
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 3 INSTALACIONES</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
3.1 sanit-hidraulica	\$ 24,934,522	0.30	\$ 1,161.60	
3.2 elect-telefonía	\$ 19,116,467	0.23	\$ 890.56	
3.3 vent.mecánica	\$ 8,311,507	0.10	\$ 387.20	
3.4 trat.agua usada	\$ 8,311,507	0.10	\$ 387.20	
3.5 fotoceldas	\$ 22,441,070	0.27	\$ 1,045.44	
	\$ 83,115,074	1.00	\$ 3,872.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 293.56
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 4 COMPLEMENTOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
4.1 áreas exteriores	\$ 2,871,248	0.04	\$ 133.76	
4.2 aluminio (ventanería)	\$ 30,865,916	0.43	\$ 1,437.92	
4.3 carpint-cerraj.	\$ 5,024,684	0.07	\$ 234.08	
4.4 herrería (rejas ext.)	\$ 14,356,240	0.20	\$ 668.80	
4.5 accesorios ornato	\$ 2,871,248	0.04	\$ 133.76	

4.6 vidrieria	\$	12,920,616	0.18	\$	601.92	
4.7 limpieza obra	\$	1,435,624	0.02	\$	66.88	
4.8 juntas constructivas	\$	1,076,718	0.02	\$	50.16	
	\$	71,422,294	1.00	\$	3,327.28	estim.prelim
				USA dlls	\$	252.26
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 5 ORGANIZACIÓN</b>						
<b>COMPONENTE</b>	<b>TOTAL 2013</b>	<b>PARTIDA (%)</b>	<b>\$/m2 2013</b>			
5.1 licencias	\$ 1,322,285	0.05	\$ 61.60			
5.2 asesorias	\$ 1,851,199	0.07	\$ 86.24			
5.3 vigilancia	\$ 1,322,285	0.05	\$ 61.60			
5.4 financiamiento y seguros	\$ 5,553,598	0.21	\$ 258.72			
5.5 concursos contratistas	\$ 2,115,656	0.08	\$ 98.56			
5.6 superv. Tec-admtva.	\$ 7,669,255	0.29	\$ 357.28			
5.7 imprevistos/mant.inicial	\$ 6,611,426	0.25	\$ 308.00			estim.prelim
	\$ 26,445,705	1.00	\$ 1,232.00	\$	93.40	
				USA dlls	\$	1,333.08
<b>NOTAS:</b>	La superficie construida, los costos, las distribuciones de elementos por partida son aproximados y probabilísticos; las tasas de cambio son de 2013. El terreno de 26964 m2 podría representar el 25 % del costo de construcción:					
	\$94,448,948	\$29,515.30	el m2.	La inversión total sería:		
	\$472,244,740	millones de pesos 2013				
	APORTE MENSUAL 12 MESES DE OBRA			3.33 MDP		
	mantenimiento anual		\$56,669,369	15% del costo de construcción		
<b>INVERSIÓN</b>	honorarios arquitecto		\$15,111,832	4% del costo de construcción		

### 8.2.3.3 UNIDAD PROTOTIPO DE PLANTA DE LAVADO.

UNIDADES DE SERVICIO							
TIPO DE UNIDAD	UNIDADES DE LAVADO				UNIDAD PROTOTIPO		
	PLANTA DE LAVADO 1		PLANTA DE LAVADO 2		TRATAMIENTO DE AGUA JABONOSA		442 M3 DE 6 LTS/S
AREA DE PRODUCCIÓN	1999.7		2625		ÁREA DE PRODUCCIÓN	SUPERFICIE CONSTRUIDA	PROMEDIO ACS SOLAR
SUPERFICIE(M2)	5194.11		5958		2312.35	5576.055	827.9375
CONSUMOS	M3	\$	M3	\$	M3	\$	COSTO M3
<b>AGUA</b>	8367.08	\$ 559,019.33	8191.67	\$ 559,019.33	8279	\$ 559,019	\$ 68.24
	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	COSTO KWH
<b>ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	34726.00	\$ 157,610.47	34726.00	\$ 157,610.47	34726	\$ 157,610	\$ 4.54
<b>GAS</b>	55831.92	\$ 186,594.15	55831.92	\$ 186,594.15	55832	\$ 186,594	\$ 3.34
	LTS.	\$	LTS.	\$	LTS.	\$	COSTO LTS.
<b>DIESEL</b>	34640.58	\$ 229,930.26	34640.58	\$ 229,930.26	34641	\$ 229,930	\$ 6.64

8.8. Modelo de Costos de la Unidad de Segundo Nivel tomando como base el modelo del Dr. Álvaro Sánchez.

8.9. Tabla de elaboración propia.

MODELO DE COSTO PARA PLANTA DE LAVADO PROTOTIPO				
Superficie construida:(m2)	5576		tasa cambio	2013 NOVIEMBRE
Costo por metro cuadrado	\$16,700	pesos aprox.	\$13	\$ 7,059,833.21
Costo total sin terreno	\$93,119,200	pesos		USA dlls
<b>DISTRIBUCION POR SUBSISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.0 estructura	\$32,591,720	0.35	\$ 5,845	% est.prelim
2.0 acabados	\$15,830,264	0.17	\$ 2,839	
3.0 instalaciones	\$ 20,486,224	0.22	\$ 3,674	
4.0 complementos	\$ 17,692,648	0.19	\$ 3,173	
5.0 organización	\$ 6,518,344	0.07	4,563	
	\$93,119,200	1.00	\$ 20,094	estim.prelim
			USA dlls: M2	\$ 1,523.41
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 1 ESTRUCTURA</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.1 trabajos preliminares	\$ 2,607,338	0.08	\$ 467.60	% est.prelim
1.2 cimentacion	\$ 9,125,682	0.28	\$ 1,636.60	
1.3 superestructura	\$ 20,858,701	0.64	\$ 3,740.80	
	\$ 32,591,720	1.00	\$ 5,845.00	estim preliminar
			USA dlls	\$ 443.14
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 2 ALBANILERIA Y ACABADOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
2.1 muros	\$ 7,598,527	0.48	\$ 1,362.72	
2.2 pisos	\$ 5,540,592	0.35	\$ 993.65	
2.3 plafones	\$ 949,816	0.06	\$ 170.34	
2.4 cubierta ext.(impermeable)	\$ 316,605	0.02	\$ 56.78	
2.5 detalles	\$ 1,424,724	0.09	\$ 255.51	
	\$ 15,830,264	1.00	\$ 2,839.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 215.24
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 3 INSTALACIONES</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
3.1 sanit-hidraulica	\$ 7,989,627	0.39	\$ 1,432.86	
3.2 elect-telefonía	\$ 6,145,867	0.30	\$ 1,102.20	
3.3 vent.mecánica	\$ 5,121,556	0.25	\$ 918.50	
3.4 PTAR	\$ 102,431	0.01	\$ 18.37	
3.5 Sistema precalentamiento	\$ 176,926	0.01	\$ 10.59	
3.5 sistema fotovoltaico	\$ 819,449	0.04	\$ 146.96	
	\$ 20,355,857	1.00	\$ 3,629.48	estim.prelim
			USA dlls	\$ 275.17
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 4 COMPLEMENTOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
4.1 áreas exteriores	\$ 707,706	0.04	\$ 126.92	
4.2 aluminio (ventanería)	\$ 7,607,839	0.43	\$ 1,364.39	
4.3 carpint-cerraj.	\$ 1,238,485	0.07	\$ 222.11	
4.4 herrería (rejas ext.)	\$ 3,538,530	0.20	\$ 634.60	

4.5 accesorios ornato	\$	707,706	0.04	\$	126.92	
4.6 vidrieria	\$	3,184,677	0.18	\$	571.14	
4.7 limpieza obra	\$	353,853	0.02	\$	63.46	
4.8 juntas constructivas	\$	265,390	0.02	\$	47.60	
	\$	17,604,185	1.00	\$	3,157.14	estim.prelim
				USA dIls	\$	239.36
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 5 ORGANIZACIÓN</b>						
<b>COMPONENTE</b>		<b>TOTAL 2013</b>	<b>PARTIDA (%)</b>		<b>\$/m2 2013</b>	
5.1 licencias	\$	325,917	0.05	\$	58.45	
5.2 asesorias	\$	456,284	0.07	\$	81.83	
5.3 vigilancia	\$	325,917	0.05	\$	58.45	
5.4 financiamiento y seguros	\$	1,368,852	0.21	\$	245.49	
5.5 concursos contratistas	\$	521,468	0.08	\$	93.52	
5.6 superv. Tec-admtva.	\$	1,890,320	0.29	\$	339.01	
5.7 imprevistos/mant.inicial	\$	1,629,586	0.25	\$	292.25	estim.prelim
	\$	6,518,344	1.00	\$	1,169.00	\$ 88.63
				USA dIls	\$	1,261.53
<b>NOTAS:</b>	La superficie construida, los costos, las distribuciones de elementos por partida son aproximados y probabilísticos; las tasas de cambio son de 2013. El terreno podría representar el 25 % del costo de construcción:					
	\$23,279,800	\$7,274.94	el m2.	La inversión total sería:		
	\$116,399,000	millones de pesos 2013				
	APORTE MENSUAL 12 MESES DE OBRA			3.33 MDP		
	mantenimiento anual		\$13,967,880	15% del costo de construcción		
<b>INVERSIÓN</b>	honorarios arquitecto		\$3,724,768	4% del costo de construcción		

8.9. Modelo de Costos de la Unidad de Planta de Lavado tomando como base el modelo del Dr. Álvaro Sánchez.

De manera, que al tener estos prototipos es posible tomarlos como referencia en cuanto a consumos y costos. Para el análisis a detalle dentro de este documento se sacó una unidad prototipo general de segundo nivel que es la siguiente:

### 8.2.4 UNIDAD PROTOTIPO PARA EL ANÁLISIS.

Anteriormente se explico la obtención de los valores mostrados abajo para el análisis correspondiente. El número de camas censadas fue modificado de 213 a 204 y las no censables de 128 a 120, debido a que se manejan en módulos de 12 por reglas de modulación. Se tomaron mediciones así mismo de Oxígeno y generación de residuos para lo que se comento en el capítulo 5 y 6 sobre las mismas.

#### 8.2.4.1 CONSUMOS DE LA UNIDAD.

UNIDAD PROTOTIPO DE SEGUNDO NIVEL						
CONSUMOS EN:	M3	\$	COSTO M3	M2 CONSTRUIDOS	CONSUMO POR CAMA CENSADA	M3/M2 CONSTRUIDO
<b>AGUA</b>	4607.89	\$219,055.44	\$ 47.54	19219.57	21.65	0.24
					PROMEDIO ACS SOLAR	
<b>ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	KWH	\$	COSTO KWH	M2 TERRENO	461	KWH/M2 CONSTRUIDO
	125820.33	\$550,314.90	\$ 4.37		591.10	6.55
				22189.14	PROMEDIO A.T. Y TRATAMIENTO DE LTS/S	M3/ CAMA CENSABLE
<b>OXÍGENO</b>	LTS.	\$	COSTO LTS.		246 M3 CON UN TRAT. DE 4 LPS	60.47
	12871.26	\$ 67,891.42	\$ 5.27	CAMAS CENSABLES	LTS./M2 CONSTRUIDO	
<b>GAS L.P.</b>	LTS.	\$	COSTO LTS.		6	0.06
				204		LTS./M2 CONSTRUIDO
<b>DIESEL</b>	LTS.	\$	COSTO LTS.		163	1.81
					0.00	
<b>R.P.B.I.</b>	KGS.	\$	COSTO KGS.	CAMAS NO CENSABLES	7	0.00
	1588.81	\$ 15,929.91	\$ 10.03			
				120		
<b>R.S.U.</b>	KGS.	\$	COSTO KGS.		15	0.00
	3162.89	\$ 20,770.71	\$ 6.57			

9.1. Tabla de elaboración propia.

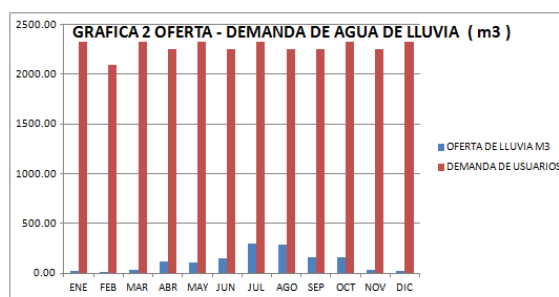
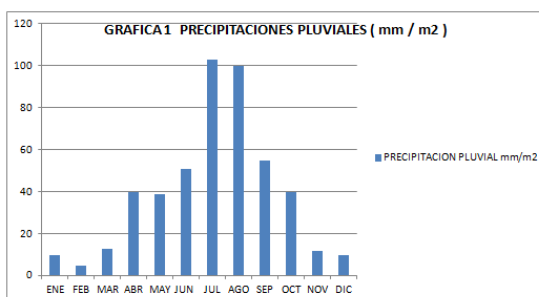
### 8.2.4.2 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL).

Para este cálculo tomé en cuenta el sistema de cálculo propuesto<sup>69</sup>, la memoria de cálculo<sup>70</sup> y los consumos reportados de la unidad prototipo. De acuerdo a los datos, la demanda promedio por día de los siguientes servicios es:

- a) Hospitalización 1250 lt/cama/día
- b) Consultorio 500 lt/día/cons.
- c) Mini tina de Hubbard 15000 lt/día

Ahora bien, con los consumos reportados por el Hospital Prototipo tenemos un consumo de agua de 4607 m<sup>3</sup> día-mes promedio. De manera que, fui evaluando estos consumos uno a uno para ver en qué área era factible para canalizar el agua pluvial, pero aún con el consumo más bajo (500 lt/día con un promedio de personal de 150) se generaron las siguientes gráficas:

Parámetros climáticos proyección promedio de <b>Distrito Federal</b>													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación media (mm)	10	5	13	40	39	51	103	100	55	40	12	10	513



9.2. Tabla y gráficas de hojas de cálculo de tesis en proceso de AVILA Morales, **Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)**. En dónde podemos observar la captación promedio y los meses de mayor precipitación, siendo Julio y Agosto los más altos. Así como la demanda requerida por los usuarios de este edificio que notablemente no será abastecida por este tipo de sistema como se observa en la gráfica 2 denominada “oferta-demanda de agua de lluvia (m<sup>3</sup>)”.

Por lo que, concluyo que NO es posible abastecerse de este recurso, en donde lo recomendable sería canalizarlo para su reinyección dentro del área permeable del edificio o para que se una al caudal de tratamiento de aguas residuales.

### 8.2.4.2 MODELO ECONÓMICO.

<sup>69</sup> AVILA Morales, Álvaro Arq. , tesis en proceso de maestría ,hojas de cálculo respaldadas por SMN, **Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)**, Fac. de Arquitectura, UNAM ,2013.

<sup>70</sup> Investigación de campo en el H.G.R. No.251 del IMSS.



MODELO DE COSTO PARA UNIDAD MEDICA SUSTENTABLE				
Superficie construida:(m2)	19220		tasa cambio	2013 NOVIEMBRE
Costo por metro cuadrado	\$17,600	pesos aprox.	\$13	\$ 25,646,095.53
Costo total sin terreno	\$338,272,000	pesos		USA dlls
<b>DISTRIBUCION POR SUBSISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.0 estructura	\$118,395,200	0.35	\$ 6,160	% est.prelim
2.0 acabados	\$57,506,240	0.17	\$ 2,992	
3.0 instalaciones	\$ 74,419,840	0.22	\$ 3,872	
4.0 complementos	\$ 64,271,680	0.19	\$ 3,344	
5.0 organización	\$ 23,679,040	0.07	16,575	
	\$338,272,000	1.00	\$ 32,943	estim.prelim
			USA dlls: M2	\$ 2,497.60
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 1 ESTRUCTURA</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
1.1 trabajos preliminares	\$ 9,471,616	0.08	\$ 492.80	% est.prelim
1.2 cimentacion	\$ 33,150,656	0.28	\$ 1,724.80	
1.3 superestructura	\$ 75,772,928	0.64	\$ 3,942.40	
	\$ 118,395,200	1.00	\$ 6,160.00	estim preliminar
			USA dlls	\$ 467.02
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 2 ALBANILERIA Y ACABADOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
2.1 muros	\$ 27,602,995	0.48	\$ 1,436.16	
2.2 pisos	\$ 20,127,184	0.35	\$ 1,047.20	
2.3 plafones	\$ 3,450,374	0.06	\$ 179.52	
2.4 cubierta ext.(impermeable)	\$ 1,150,125	0.02	\$ 59.84	
2.5 detalles	\$ 5,175,562	0.09	\$ 269.28	
	\$ 57,506,240	1.00	\$ 2,992.00	estim.prelim
			USA dlls	\$ 226.84
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 3 INSTALACIONES</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
3.1 sanit-hidraulica	\$ 29,023,738	0.39	\$ 1,510.08	
3.2 elect-telefonía	\$ 22,325,952	0.30	\$ 1,161.60	
3.3 vent.mecánica	\$ 18,604,960	0.25	\$ 968.00	
3.4 PTAR	\$ 372,099	0.01	\$ 19.36	
3.5 Sistema precalentamiento	\$ 642,717	0.01	\$ 36.52	
3.5 sistema fotovoltaico	\$ 2,976,794	0.04	\$ 154.88	
	\$ 73,946,259	1.00	\$ 3,850.44	estim.prelim
			USA dlls	\$ 291.92
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 4 COMPLEMENTOS</b>				
COMPONENTE	TOTAL 2013	PARTIDA (%)	\$/m2 2013	
4.1 áreas exteriores	\$ 2,570,867	0.04	\$ 133.76	
4.2 aluminio (ventanería)	\$ 27,636,822	0.43	\$ 1,437.92	
4.3 carpint-cerraj.	\$ 4,499,018	0.07	\$ 234.08	
4.4 herrería (rejas ext.)	\$ 12,854,336	0.20	\$ 668.80	

4.5 accesorios ornato	\$	2,570,867	0.04	\$	133.76	
4.6 vidrieria	\$	11,568,902	0.18	\$	601.92	
4.7 limpieza obra	\$	1,285,434	0.02	\$	66.88	
4.8 juntas constructivas	\$	964,075	0.02	\$	50.16	
	\$	63,950,322	1.00	\$	3,327.28	estim.prelim
				USA dlls	\$	252.26
<b>ANALISIS SUBSISTEMA 5 ORGANIZACIÓN</b>						
<b>COMPONENTE</b>		<b>TOTAL 2013</b>	<b>PARTIDA (%)</b>		<b>\$/m2 2013</b>	
5.1 licencias	\$	1,183,952	0.05	\$	61.60	
5.2 asesorias	\$	1,657,533	0.07	\$	86.24	
5.3 vigilancia	\$	1,183,952	0.05	\$	61.60	
5.4 financiamiento y seguros	\$	4,972,598	0.21	\$	258.72	
5.5 concursos contratistas	\$	1,894,323	0.08	\$	98.56	
5.6 superv. Tec-admtva.	\$	6,866,922	0.29	\$	357.28	
5.7 imprevistos/mant.inicial	\$	5,919,760	0.25	\$	308.00	estim.prelim
	\$	23,679,040	1.00	\$	1,232.00	\$ 93.40
				USA dlls	\$	1,331.44
<b>NOTAS:</b>	La superficie construida, los costos, las distribuciones de elementos por partida son aproximados y probabilísticos; las tasas de cambio son de 2013. El terreno de 22189 m2 podría representar el 25 % del costo de construcción:					
	\$84,568,000	\$26,427.50	el m2.	La inversión total sería:		
	\$422,840,000	millones de pesos 2013				
	APORTE MENSUAL 12 MESES DE OBRA			3.33	MDP	
	mantenimiento anual		\$50,740,800	15% del costo de construcción		
<b>INVERSIÓN</b>	honorarios arquitecto		\$13,530,880	4% del costo de construcción		

9.3. Modelo de Costos de la Unidad Prototipo de Segundo Nivel tomando como base el modelo del Dr. Álvaro Sánchez.

Después de la recopilación de datos antes expuesta realicé un modelo de costo para saber cuál sería el precio de un Hospital nuevo que ya cuente con estas características sustentables. De manera que para el Hospital prototipo tenemos un costo aproximado de inversión, el cual se reflejará en la aplicación de los factores porcentuales correspondientes a las partidas de Planta de tratamiento y energía solar para la correcta satisfacción en la implementación de dichas tecnologías. Estos factores son dados en base a un análisis con proveedores de marcas nacionales y extranjeras con el fin de que sea información actualizada.

El mantenimiento anual se da como base en que debe ser capital contemplado para que durante el primer año de funcionamiento de la unidad esté cubierto. Los honorarios son basados en un estimado para Obra Pública del 2-4%.

#### 8.2.5 COSTOS DE INSTALACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y SU OPERACIÓN.

Para poder tener una idea clara y más adelante elaborar el análisis costo-beneficio se hizo una cotización con las distintas empresas en el mercado para obtener valores promedio del costo total de las tecnologías. De manera que por consiguiente pudiera elaborar tablas sobre el costo de la operación y mantenimiento de los sistemas para con ello conocer la vida útil de los insumos y su conveniencia como tal dentro de los edificios. Por último, comparando los datos del hospital prototipo con sus consumos y características específicas así como las cotizaciones y costos de operación y mantenimiento, se llegó a un análisis de factibilidad y costo-beneficio que será descrito más adelante.

#### 8.2.5.1 COTIZACIONES.

En la siguiente tabla se exponen las cotizaciones y sus comparativos para lograr precios promedio (periodo octubre-noviembre 2013) sobre empresas líderes en los rubros.<sup>71727374757677787980</sup>

---

<sup>71</sup> **SOLATUBE**, tubos de canalización de energía solar, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.solatube.com.mx/>

<sup>72</sup> **FUNCOSA**, sistemas fotovoltaicos y de colectores solares, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.funcosa.com.mx/>

<sup>73</sup> **CORRIENTE VERDE**, calculadora electrónica online sobre sistemas fotovoltaicos, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, [http://www.corrienteverde.com/php\\_uploads/calculadora%20paneles%20solares.php](http://www.corrienteverde.com/php_uploads/calculadora%20paneles%20solares.php)

<sup>74</sup> **CONDUMEX**, sistemas fotovoltaicos, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, [http://www.condumex.com.mx/ES/Paginas/Condumex\\_cables.aspx](http://www.condumex.com.mx/ES/Paginas/Condumex_cables.aspx)

<sup>75</sup> **CONERMEX**, sistemas fotovoltaicos, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.conermex.com.mx/index.php?tipoconsumo=diaria&energia=2000&calcular=Calcular&modulo=calculadora&accion=calcular>

<sup>76</sup> **POWERSTEIN**, sistemas fotovoltaicos, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.powerstein.com.mx/>

<sup>77</sup> **FUNCOSOL**, sistemas de colectores solares, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.funcosol.com/>

<sup>78</sup> **EMESA**, plantas de tratamiento de agua residual, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, [http://www.emesa.com.mx/index\\_es.php](http://www.emesa.com.mx/index_es.php)

<sup>79</sup> **ESTRUAGUA**, plantas de tratamiento de aguas residuales, consultado en el periodo octubre-noviembre 2013 con base en datos de hospital prototipo, <http://www.estruagua.com/>

<sup>80</sup> CORTÉS Romero, Rodolfo., tesis en proceso de licenciatura en Ingeniería Química, **Evaluación técnico y económica del reuso en sanitarios del agua tratada en dos configuraciones de planta tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales**, Fac. de Química, UNAM, 2012.

COTIZACIONES ( EN DLLS,PRECIOS DE 2013)						
SISTEMA FOTOVOLTAICO						
EMPRESA	PRESENTACIÓN	PLAN DE COBERTURA	No. DE MODULOS	AREA REQUERIDA (M2)	COSTO (DLLS)	
SOLATUBE	TUBOS PARA CANALIZAR ENERGPIA SOLAR DESDE CUBIERTAS.	PIEZA	X	X	\$ 4,231.00	COSTO PROMEDIO (75%)
FUNCOSA	PANELES FOTOVOLTAICOS DE 245 KWp	30%	1361	1947	\$ 340,250.00	
		50%	2269	3244	\$ 567,250.00	
		75%	3472	4966	\$ 868,000.00	
		100%	4537	6488	\$ 1,134,250.00	
		CORRIENTE VERDE	75%	3340	3407	\$ 834,937.50
CONDUMEX		100%	4453	4542	\$ 1,113,250.00	COSTO PROMEDIO (100%)
CONERMEX		100%	9394	15407	\$ 2,348,573.00	
		30%	1029	2274	\$ 819,182.00	\$2,902,900.00
		50%	2058	4547	\$ 1,638,361.00	
		75%	3086	6821	\$ 2,457,543.00	
	100%	4115	9095	\$ 3,276,222.00		
POWERSTEIN	75%	3003	4925	\$ 2,177,175.00		
	100%	4004	6567	\$ 2,902,900.00		
COLECTORES SOLARES PARA ACS						
EMPRESA	PRESENTACIÓN	PLAN DE COBERTURA	No. DE MODULOS	ÁREA REQUERIDA (M2)	COSTO (DLLS)	COSTO PROMEDIO
FUNCOSOL	COLECTORES SOLARES DE 250 KWp TUBULARES	100%	70	113	\$ 46,000.00	\$ 46,750.00
FUNCOSA	COLECTORES SOLARES PLANOS DE 250 KWp	100%	75	122	\$ 47,500.00	
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) FLUJO DE 246 M3 EN 4 LPS						
EMPRESA	PRESENTACIÓN	PLAN DE COBERTURA	PROCESO	AREA REQUERIDA (M2)	COSTO (DLLS)	
EMESA	PTAR DE AIREACIÓN EXTENDIDA CON LODOS ACTIVADOS	100%	PRETRATAMIENTO EN DESARENADOR,AIREACIÓN,SEDIMENTADOR,CLORACIÓN.	93	\$ 210,821.00	COSTO PROMEDIO
ESTRUAGUA	MEMBRANAS	100%	BIORREACTORES ANAEROBIOS CON MEMBRANA	NO ESPECIFICA	\$ 316,182.83	
TESIS QUIMICA	MICROPLANTA	100%	PEQUEÑOS FLUJOS SISTEMA ANAEROBIO,AEROBIO,ANOXICO	225	\$ 335,494.05	\$ 287,499.29

9.4. Tabla de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis tomando en cuenta cotizaciones con empresas citadas.

### 8.2.5.2 PROBLEMÁTICA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Ahora bien, se realizó una serie de cotizaciones y referencias de datos con empresas <sup>818283848586878889</sup> para conocer los costos e implicaciones de operación y mantenimiento de los mismos, que se expresan en la siguiente tabla:

---

<sup>81</sup> Documento pdf online, **Manual de instalación, operación y mantenimiento del calentador solar**, Solary, consultado el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.solary.mx/manuales/MANUAL%20DE%20INSTALACION%20DEL%20CALENTADOR%20SOLARY%201.0%20.pdf>

<sup>82</sup> Documento pdf online, **Manual de operación y garantía del calentador solar**, Bicentenario, consultado el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.enersolqro.com/files/manual.pdf>

<sup>83</sup> Documento pdf online, **Manual de instalación y mantenimiento**, Solei, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://www.cinsasolei.com.mx/pdf/CINSA\\_SOLEI\\_INSTRUCTIVO.pdf](http://www.cinsasolei.com.mx/pdf/CINSA_SOLEI_INSTRUCTIVO.pdf)

<sup>84</sup> Documento pdf online, **Requisitos mínimos para la instalación de calentadores solares de agua en viviendas nuevas unifamiliares y dúplex del programa Hipoteca Verde**, mayo 2012, Infonavit, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd/Anexo+4.+Requerimientos+m%C3%ADnimos+para+la+instalaci%C3%B3n+de+calentadores+solares+de+agua.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT\\_TO=url&CACHEID=6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd/Anexo+4.+Requerimientos+m%C3%ADnimos+para+la+instalaci%C3%B3n+de+calentadores+solares+de+agua.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd)

<sup>85</sup> Documento pdf online, **Mantenimiento del sistema solar fotovoltaico**, AE Certified Service, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://solarenergy.advanced-energy.com/upload/File/Global\\_Services/SPA-SiteGuard-230-02.pdf](http://solarenergy.advanced-energy.com/upload/File/Global_Services/SPA-SiteGuard-230-02.pdf)

<sup>86</sup> Presentación, **Producción de energía térmica con sistemas solares en el Hospital Lenin Fonseca**, escrito por Ing. Humberto Rojas Lanuza, noviembre 2011, Managua, Nicaragua, consultada el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.slideshare.net/maya2k10/proyecto-termico-solar-calentamiento-de-agua-hospital-completo>

<sup>87</sup> Documento pdf online, **Memoria de cálculo planta tratamiento aguas servidas marca Reifox capacidad 5000 lts modelo Pti5000**, Reifox, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://seia.sea.gob.cl/archivos/2.\\_Memoria\\_Tecnica\\_Planta\\_Aguas\\_servidas.pdf](http://seia.sea.gob.cl/archivos/2._Memoria_Tecnica_Planta_Aguas_servidas.pdf)

<sup>88</sup> Referencia de sitio web **Tabla de vida útil de los bienes físicos del activo fijo o inmovilizado**, SII, Chile, consultado el día 05 de noviembre 2013, [http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes\\_f.htm](http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm)

<sup>89</sup> Referencia de sitio web, **Costos de Construcción de un Sistema Solar Fotovoltaico**, Energías renovables hoy, consultado el día 05 de noviembre 2013, <http://www.energiasrenovables hoy.net/2011/09/costos-de-construccion-de-un-sistema.htm>

COSTOS DE OPERACIÓN Y MEDIDAS DE MANTENIMIENTO				
SISTEMA FOTOVOLTAICO				
TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	INTERVALO DE MANTENIMIENTO	AHORROS	VIDA ÚTIL Y PRECIOS EN DLLS
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Operaciones de inspección visual ,mediciones de los parámetros eléctricos y de funcionamiento.SE REALIZARÁ UNA VEZ POR AÑO POR EL ENCARGADO DE SERVICIO TÉCNICO.			Costo del 15%.
MANTENIMIENTO TÉCNICO	Operaciones de cambio de cables,fusibles y otras sencillas por un TÉCNICO ELECTRICISTA.			
MANTENIMIENTO CORRECTIVO/ESP.	Operaciones de sustitución necesarias para que el sistema funcione durante su vida útil.SE REALIZARÁ POR UN TÉCNICO ESPECIALISTA, CADA QUE HAYA UN DESPERFECTO O UNA CORRECCIÓN IMPORTANTE.			
		COSTO TOTAL		\$ 2,902,900.00
		MANTENIMIENTO (15%)		\$ 435,435.00
			TOTAL	\$ 3,338,335.00
MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES	Limpieza de las superficies por polvo ,hojas ,ramas y extremos de fauna,se hará con agua y jabón y se realizará en la tarde o noche para no afectar el sistema.Revisar voltaje entre 36 y 40 voltios en días soleados.NO utilizar químicos.	Cada 6 meses, se autolimpia en temporada de lluvias.	70% en consumo de energía eléctrica.	25 años.
MANTENIMIENTO DEL BANCO DE BATERIAS	Tratandose de baterías selladas no se requiere de un mantenimiento periódico por lo que no es necesario colocar en agua destilada.NUNCA se debe colocar un metal entre los polos de las baterías,por seguridad.Verificación de voltaje (22-27 voltios).Verificación visual para que no haya inflación o cambio de color así como de las conexiones entre los bancos.	Mensual y cada 3 meses para la verificación de voltaje.Ciclos de vida.		6 años.
MANTENIMIENTO DEL REGULADOR DE CARGA	Limpieza de las superficies por polvo,es una parte relevante al evitar la sobrecarga y quema de las baterías.	Mensual.		6 años.
MANTENIMIENTO DEL INVERSOR	Cuenta con señales luminosas,acústicas para saber si algo anda mal en el sistema.	Mensual.		6 años.
TARIFA APROXIMADA POR KWH=				
COLECTORES SOLARES PARA ACS				
TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	INTERVALO DE MANTENIMIENTO	AHORROS	VIDA ÚTIL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Operaciones de inspección visual ,mediciones de los parámetros eléctricos y de funcionamiento.SE REALIZARÁ UNA VEZ POR AÑO POR EL ENCARGADO DE SERVICIO TÉCNICO.			
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Operaciones de sustitución necesarias para que el sistema funcione durante su vida útil.SE REALIZARÁ CADA QUE HAYA UN DESPERFECTO O UNA CORRECCIÓN IMPORTANTE.			
		COSTO TOTAL		\$ 46,750.00
		MANTENIMIENTO (15%)		\$ 7,012.50
			TOTAL	\$ 53,762.50
TERMO TANQUE	Si hay corte en el suministro de agua se deberá llenar entre las 6:00-8:00 A.M. para evitar daños en el equipo.	Cada 3 meses.	80% en consumo de Gas L.P. y /o diesel	20 años.
TUBOS AL VACIO	Revisión óptima de los tubos,limpieza de polvo ,hojas y excrementos.Se sugiere aislar la tubería de agua caliente para no tener pérdida de temperatura significativa en la línea de servicio.	Drenar cada 3 meses.		20 años.
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) FLUJO DE 246 M3 EN 4 LPS				
TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	INTERVALO DE MANTENIMIENTO	AHORROS	VIDA ÚTIL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Operaciones de inspección visual ,mediciones de los parámetros eléctricos y de funcionamiento.SE REALIZARÁ UNA VEZ POR AÑO POR EL ENCARGADO DE SERVICIO TÉCNICO.			
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Operaciones de sustitución necesarias para que el sistema funcione durante su vida útil.SE REALIZARÁ CADA QUE HAYA UN DESPERFECTO O UNA CORRECCIÓN IMPORTANTE.			
		COSTO TOTAL		\$ 335,499.00
		A.COSTOS VARIABLES.MATERIAS PRIMAS		\$ 2,905.40
		ENERGÍA ELÉCTRICA		\$ 10,000.00
		REACTIVOS DE LABORATORIO		\$ 2,000.00
		TOTAL C.VAR.		\$ 14,905.40
		B.COSTOS FIJOS.MANO DE OBRA		\$ 24,000.00
		MANTENIMIENTO		\$ 3,000.00
		ANÁLISIS DE LABORATORIO		\$ 5,020.00
		TOTAL C.FIJOS		\$ 32,020.00
		TOTAL		\$ 46,925.40
		TOTAL		\$ 382,424.40
SUAVIZADOR	El agua cruda no debe entrar a la caldera ni los demás sistemas sin un previo suavizante.	Cada que se suministra automatizadamente agua.	60% en consumo de agua potable	Automatizado.
HIPOCLORITO DE SODIO	Se utilizará en parte del pre tratamiento.	22.5 pastillas mensualmente.		Mensual.
MICROPLANTA	Se estima el costo de \$63.28 por m3 de agua tratada.	Semanalmente		20 años.

9.5. Tabla de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis tomando en cuenta cotizaciones y datos con empresas citadas.

### 8.2.5.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE ECO-TECNOLOGÍAS.

Para el análisis de factibilidad tome cada una de las partidas y compare los datos:

SISTEMA FOTOVOLTAICO	
<b>GASTO ENERGÉTICO MENSUAL</b>	\$550,315
<b>(x12) GASTO ENERGÉTICO ANUAL</b>	\$6,603,779
<b>COSTO DEL SISTEMA</b>	\$ 2,177,175.00
PESOS	\$ 28,716,938.25
<b>(+) MANTENIMIENTO ANUAL</b>	\$435,435
PESOS	\$5,743,388
<b>AHORRO ESTIMADO DEL SISTEMA</b>	70%
<b>AHORRO ANUAL</b>	\$4,622,645.18
DE ACUERDO A LA VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SE DARÁN 6 AÑOS	
<b>AHORRO ANUAL*VIDA ÚTIL</b>	\$27,735,871.10
<b>MANTENIMIENTO ANUAL*VIDA UTIL</b>	\$34,460,326
<b>REINVERSIÓN EQUIPO</b>	\$28,716,938
TOTAL	\$63,177,264
HACIENDO LA COMPARATIVA ENTRE EL AHORRO Y LA INVERSIÓN RESULTA:	
<b>AHORRO</b>	\$27,735,871.10
<b>REINVERSIÓN (VOLVER A COMPRAR BATERÍAS,INVERSOR,REGULADOR Y CAMBIO DE ALGUNOS PANELES)</b>	\$63,177,264
<b>UTILIDAD (pesos mexicanos)</b>	<b>-\$35,441,393</b>

SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO SOLAR	
<b>GASTO DIESEL MENSUAL</b>	\$192,627
<b>(X12)GASTO ENERGÉTICO ANUAL</b>	\$2,311,519
<b>COSTO DEL SISTEMA</b>	\$ 46,750.00
PESOS	\$ 616,632.50
<b>(+)MANTENIMIENTO ANUAL</b>	\$7,013
PESOS	\$92,495
<b>AHORRO ESTIMADO DEL SISTEMA</b>	80%
<b>AHORRO ANUAL</b>	\$1,849,215.41
DE ACUERDO A LA VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SE DARÁN 20 AÑOS	
<b>AHORRO ANUAL*VIDA ÚTIL</b>	\$36,984,308.15
<b>MANTENIMIENTO ANUAL*VIDA UTIL</b>	\$1,849,898
<b>REINVERSIÓN EQUIPO</b>	\$616,633
TOTAL	\$2,466,530
HACIENDO LA COMPARATIVA ENTRE EL AHORRO Y LA INVERSIÓN RESULTA:	
<b>AHORRO</b>	\$36,984,308.15
<b>REINVERSIÓN</b>	\$2,466,530
<b>UTILIDAD (pesos mexicanos)</b>	<b>\$34,517,778</b>



PTAR MICROPLANTA	
<b>GASTO ENERGÉTICO MENSUAL</b>	\$219,055
<b>(X12)GASTO ENERGÉTICO ANUAL</b>	\$2,628,665
<b>COSTO DEL SISTEMA</b>	\$ 287,499.29
PESOS	\$ 3,792,115.68
<b>(+)MANTENIMIENTO ANUAL</b>	\$46,925
PESOS	\$618,946
<b>AHORRO ESTIMADO DEL SISTEMA</b>	60%
<b>AHORRO ANUAL</b>	\$1,577,199.17
DE ACUERDO A LA VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SE DARÁN 20 AÑOS	
<b>AHORRO ANUAL*VIDA ÚTIL</b>	\$31,543,983.35
<b>MANTENIMIENTO ANUAL*VIDA UTIL</b>	\$12,378,921
<b>REINVERSIÓN EQUIPO</b>	\$3,792,116
<b>TOTAL</b>	\$16,171,036
HACIENDO LA COMPARATIVA ENTRE EL AHORRO Y LA INVERSIÓN RESULTA:	
<b>AHORRO</b>	\$31,543,983.35
<b>REINVERSIÓN</b>	\$16,171,036
<b>UTILIDAD (pesos mexicanos)</b>	<b>\$15,372,947</b>

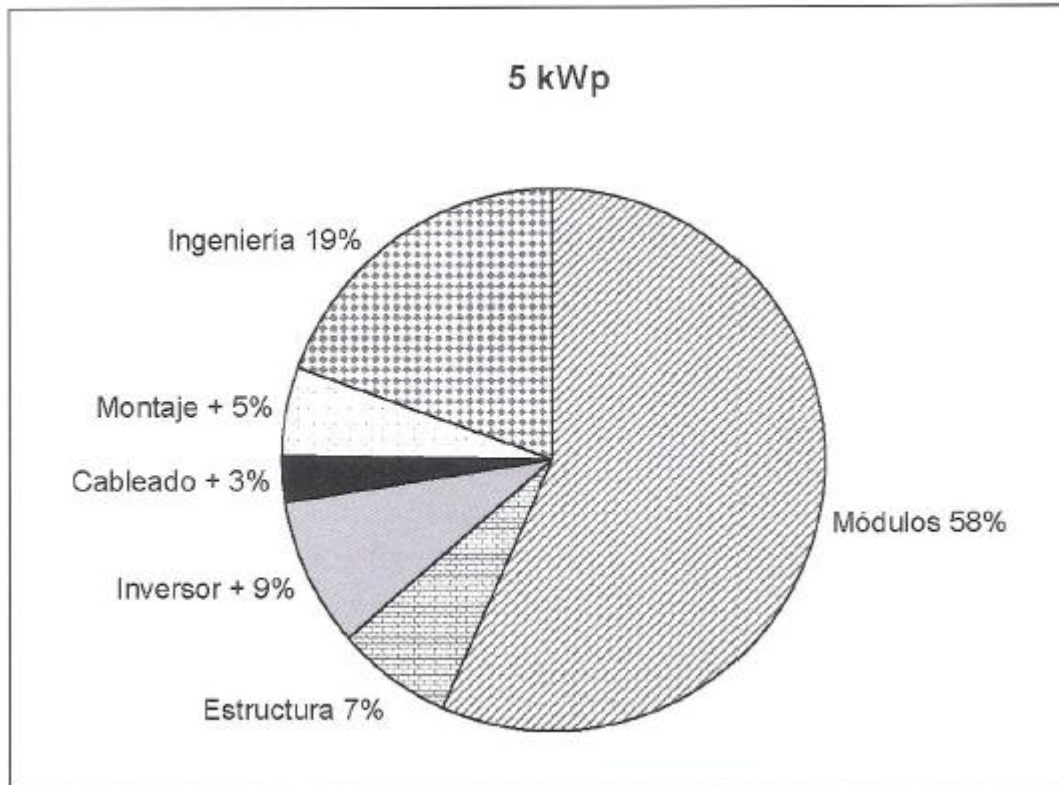
9.6 Tablas de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis tomando en cuenta asesoría de Arq. Raúl del Palacio.

De manera que analizando las tres posibilidades de implementación de los sistemas, el que queda descartado debido aún a los altos costos será el de generación fotovoltaica a menos que se implemente en un rango menor de cobertura (- 50%).

El sistema de precalentamiento sin duda representa un ahorro y baja de consumo en diesel, mientras que con la planta de tratamiento de aguas residuales el gasto será menor.

#### 8.2.5.4 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.

En las siguientes tablas se hizo el análisis costo-beneficio de los sistemas cotizados para poder tener una idea de si como tal representan medidas viables de implementar:



9.7. Gráfico sobre el porcentaje de consumo en sistemas fotovoltaicos por rubro, tomado de MARTIN Chivelet, Nuria y FERNÁNDEZ Solla, Ignacio, **La envolvente fotovoltaica en la arquitectura**, pág. 55d. Reverte, Barcelona, España, 2007.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

**SISTEMA FOTOVOLTAICO**

**OBJETIVO:** La generación de electricidad de manera más ecológica y que a largo plazo represente un ahorro dentro del edificio para poder invertir estos recursos en una mejor de la calidad de atención médica dentro de unas instalaciones adecuadas y que respondan a su contexto de manera responsable.

<b>BENEFICIOS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Representa un egreso menos para con la CFE y se convierte en un ingreso, debido a que los excedentes pueden ser vendidos a la misma. Generando que el edificio sea autónomo en sus consumos.	Debido a la vida útil de los elementos que integran al sistema aún sigue siendo una inversión más cara que el beneficio que trae en términos económicos.
Estamos localizados geográficamente en un lugar donde la irradiación solar es la mayor parte del año y los sistemas pueden ser aprovechados prácticamente en un 80%.	Existen costos altos en la utilización de medidores bidireccionales. Insuficiente capacitación en la instalación de los mismos por CFE.
Es posible abastecer el consumo eléctrico del edificio y generar excedentes sin sacrificar la estética del mismo y por lo tanto su calidad compositiva.	La variación de voltaje en la red obliga a desconectar el inversor por periodos de tiempo a que la ventana de voltaje se abre al 5% y se requiere un 10%.
Con el paso de los años van surgiendo nuevas empresas que se especializan en esto y por lo tanto esto traerá como consecuencia en un futuro no tan lejano que la inversión sea aún más atractiva.	Los rendimientos de los paneles aún son bajos por lo que se requiere de más (en número) aumentando con ello la superficie de instalación.
Representa un proceso sencillo con respecto a otras. ANEXAR IMAGEN	Falta tiempo para que se vuelva competitiva en precios, tecnología e inversión.
Genera más energía de la que se necesitó para su fabricación (se recupera en un lapso de 1-5 años).	Tiene variaciones de acuerdo a falta de mantenimiento y condiciones climatológicas.
Las células dañadas pueden ser recicladas y esto reduce en un 80% los recursos utilizados para generar una desde cero.	El periodo de amortización de la inversión es largo, de unos 10-15 años.
Tiene un rendimiento elevado en comparación con las energías producidas de origen fósil. (mayor producción= mayor rendimiento).	Se necesita un sistema de acumulación para que la inversión tenga más sentido y esto incrementa los costos y necesidades espaciales.
Tiene un proceso de producción menos contaminante y los accidentes son menos probables (ej. el derrame de petróleo).	Falta información sobre sus elementos, instalación y aplicación en los edificios para poder explotarlos en un nivel técnico-arquitectónico.
Son sistemas que no representan riesgos para su contexto inmediato como ruido, olores o emisiones.	Es necesario que se desarrolle más la tecnología y las materias primas para que no sea contaminante en absoluto.
Son elementos modulables que pueden aumentar si se requiere. Por lo que no es necesario instalar desde el inicio el 100% de las necesidades requeridas.	Dentro de un edificio de salud no pueden ser la única fuente de energía ya que esto implicaría poner en riesgo la vida de los pacientes (a pesar de las plantas de emergencia).
Son capaces de resistir diferentes condiciones climatológicas, lo cual en nuestro país no representa gran problema.	
Se pueden obtener puntos positivos dentro del proceso de certificación en los sistemas de evaluación de edificios (ej. LEED for Healthcare).	

**CONCLUSIONES** Son más los beneficios que trae consigo el uso de esta ecotecnología que las desventajas, pero sin duda el que el costo sea elevado sigue siendo una gran limitante que puede quedar a evaluación de los

de certificación en los sistemas de evaluación de edificios (ej. LEED for Healthcare).	
<b>CONCLUSIONES:</b>	Son más los beneficios que trae consigo el uso de esta ecotecnología que las desventajas, pero sin duda el que el costo sea elevado sigue siendo una gran limitante que puede quedar a evaluación de los encargados del proyecto.

9.7. Tabla de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis.

SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO SOLAR	
<b>OBJETIVO:</b>	La generación de ACS para satisfacer las demandas del hospital de manera más ecológica y que a largo plazo represente un ahorro dentro del edificio para poder invertir estos recursos en una mejor de la calidad de atención médica dentro de unas instalaciones adecuadas y que respondan a su contexto de manera responsable.
<b>BENEFICIOS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se organiza en bancos (tipo de arreglo parrilla), por lo que es modular y cuando se requiere mantenimiento o cambio de piezas los demás colectores siguen en funcionamiento.	En días nublados, la bomba de recirculación del sistema solar permanecerá apagada y el equipo solar quedará fuera de operación; por lo que el agua del termo tanque de almacenamiento solar ingresará precalentada o a temperatura inferior.
Al utilizar colectores solares tiene beneficios muy similares a los del sistema fotovoltaico.	Existen costos altos en la utilización de medidores bidireccionales. Insuficiente
Es un sistema capaz de generar una temperatura muy cercana a la requerida (aprox 50°C y se requieren 60°C)	Tiene variaciones de acuerdo a falta de mantenimiento y condiciones climatológicas.
Su inversión puede ser amortizada en un periodo corto.	Los rendimientos de los paneles aún son bajos
Representa un ahorro en cuanto al consumo de diesel y el tiempo de calentamiento en las calderas.	No tiene posibilidades de instalación diferente a las cubiertas.
Cuenta con un sistema automatizado para desconectar el sistema si es probable que sufra daños.	
Es capaz de abastecer el consumo de ACS requerido.	
Pueden contar con el termo tanque integrado en bajos consumos o conectarse en red.	
Minimo mantenimiento.	
<b>CONCLUSIONES:</b>	Son más los beneficios que trae consigo el uso de esta ecotecnología que las desventajas, además de que ocupa menos superficie dentro del terreno.

9.9. Tabla de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis.

PTAR MICROPLANTA	
<b>OBJETIVO:</b>	La re-circulación y reciclamiento del agua residual permite que no se siga mal gastando este valioso recurso y es una medida ecológica, que de igual manera representará un ahorro dentro del edificio para poder invertir estos recursos en una mejor de la calidad de atención médica dentro de unas instalaciones adecuadas y que respondan a su contexto de manera responsable.
BENEFICIOS	DESVENTAJAS
Representa un ahorro en el consumo de agua potable y es una medida responsable con el ambiente y las necesidades de nuestra ciudad.	Para conservar el control sobre la misma es necesario un constante análisis de DBO y DBQ (al menos mensualmente).
Es posible escalar el resultado final de la calidad de efluente de acuerdo al número de procesos de tratamiento.	Requiere supervisión y mantenimiento constante para evitar que se sobrecaliente o trabaje el sistema (falta una mayor automatización).
Es posible que el efluente carezca de olor y un color poco notorio.	A pesar de tener un sistema de tratamiento anaerobio, aerobio y anóxico requiere ser anexa al edificio y de preferencia no ser parte de él físicamente.
Su inversión puede ser amortizada en un periodo corto.	Requiere una extensión algo amplia para su colocación.
Reduce las posibilidades de infección a las personas que tienen contacto con el efluente (como en el agua de WCS y mingitorios).	Comercialmente las más comunes con el sistema de lagunas o pozos de absorción y el de lodos activados, no son tan ecológicos.
Puede ser utilizada en riego y los lodos generados como abono (siempre y cuando sean analizados como desechos no peligrosos).	El uso de la incorporación de los rayos UV incrementa su costo debido a la delicadez de estas lámparas.
Se diseña de acuerdo a las necesidades y puede ser modular para aumentar más procesos de tratamiento si es requerido o integrar la captación de A.P.	Son sensibles a las fallas mecánicas o la alimentación de aire
Se logra la remoción de hasta un 80% de agentes patógenos o infecciosos.	El costo de producción del efluente no es muy competitivo con el de adquisición de la toma municipal (\$63.28 vs \$26.33)
Pueden incorporar sistemas ecológicos (ej. biofiltros).	Falta una mayor automatización de estos sistemas.
	Es necesario que el sistema pare para retrolavado y purga (al menos una vez a la semana)
<b>CONCLUSIONES:</b>	Es un sistema que cuenta con ventajas y desventajas importantes que no pueden ser menospreciadas, sería recomendable que continuara el desarrollo de estas tecnologías para provocar que los beneficios se incrementen y no haya razones que pesen más que el medio ambiente, de igual manera la integración dentro de los edificios sigue siendo poco moldeable por sus características únicas de requerimiento de superficie dentro del terreno. Además de que como arquitectos debe ser un requerimiento básico a incorporar en cada proyecto.

10.0. Tabla de elaboración propia, de unidad prototipo para análisis.

### 8.3 CONCLUSIONES PREVIAS.

De acuerdo a los análisis antes expuestos, es claro que el camino tiende a la incorporación de estas tecnologías y para ello se requiere de un capital alto de inversión, por lo cual existen modelos que podrían ayudar a que el Sector Público de Salud siga ampliando la cobertura de estos servicios .Uno de ellos es el modelo de las Asociaciones Público Privadas (APP)<sup>90</sup>, el cual contempla los siguiente puntos de operación:

- a) Está enfocado en proyectos de construcción y mantenimiento de infraestructura pública, proyectos de investigación aplicada y proyectos de desarrollo tecnológico en los que se usen recursos federales (se excluyen aquellas donde no se permita la intervención del sector privado).
- b) Para llevar a cabo un proyecto bajo este esquema se deben realizar:
  - relación costo-beneficio del proyecto
  - rentabilidad social
  - rentabilidad financiera y económica
  - viabilidad jurídica
  - oportunidad del plazo de inicio, y
  - la comparativa sin este modelo para analizar las ventajas o desventajas
- c) En algunos casos este modelo financia por completo el proyecto y el gobierno se encarga de la operación y mantenimiento del mismo.

Concluyendo que, los edificios de salud deben continuar desarrollándose y si desde su concepción y anteproyecto engloban eco- tecnologías sus costos de operación y mantenimiento tenderán a bajar proporcionando al Estado mayores recursos para continuar con la apertura de nuevas unidades .Y en las remodelaciones y ampliaciones se podrá mejorar el servicio y tener como elemento rector del proyecto al propio usuario.

De manera que si se unen estos conceptos con los de criterios bioclimáticos podemos obtener un edificio que se piensa desde un inicio con un sentido crítico y responsable de lo que será y como impactará al ser humano y el medio ambiente en todas las relaciones posibles, llegando con esto a lo que se entiende por **ARQUITECTURA INTEGRAL**, en donde cada elemento que la conforma se interconecta con otro formando relaciones racionales y funcionales, sin dejar de lado el sentido estético e innovador del manejo de los espacios arquitectónicos.

---

<sup>90</sup> Documento pdf online, **Ley de Asociaciones Público Privadas** ,Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 2012 consultado el día 07 de noviembre de 2013, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAPP.pdf>

# 9

## Conclusiones finales





# Conclusiones

Dado el análisis expuesto en este documento así como las experiencias durante el mismo; llego a las siguientes conclusiones:

- a) El precalentamiento del ACS por medios solares es una medida factible de implementación y que trae muchos beneficios dentro del edificio debido a que logra bajar consumos de diesel y gas así como un re-circulamiento continuo del agua que pierde muy poco calor y después podrá ser aprovechada nuevamente por la PTAR.
- b) Combinando las tecnologías de PTAR se van a obtener ahorros en el consumo de agua y diesel para alimentar las calderas, además de la implementación de estrategias de conservación de agua por medio de muebles sanitarios secos y tanques de WC que posean un sistema dual para el ahorro constante de la misma.
- c) Aislamiento térmico del edificio, es posible el aprovechamiento de este sistema en pisos y muros radiantes, por lo que parte del sistema de Aire Acondicionado podría verse conectado con este.
- d) El tratamiento del agua residual representa un ahorro importante en costos y para el medio ambiente. Actualmente sigue siendo un precio no tan competitivo en relación con el de la toma municipal, pero no por ello deja de ser una necesidad a incorporar porque el problema del agua en nuestra ciudad es grave y va en decremento para poder satisfacer las demandas actuales; sin dejar de lado que en un edificio de salud constituye un elemento básico y de higiene para el trabajo.
- e) Sugiero la incorporación de PTAR para reciclamiento en inodoros, mingitorios y áreas de riego así como las pluviales para los sistemas SCALL (cuando los consumos sean menores a los descritos en este documento). El monitoreo del efluente de la PTAR deberá estar reportado (al menos mensualmente) en un análisis químico-bacteriológico y de emisiones de CO<sup>2</sup> para asegurar su calidad y que los excesos se verterán al drenaje y medio ambiente sin problema alguno.
- f) NO se recomienda la incorporación de sistemas de descarga cero por el grado de limpieza que debe tener el agua para los tratamientos médicos, lo cual incrementaría los costos de tratamiento y no es probable que se obtenga el nivel deseado de purificación a menos que haya SCALL.
- g) La utilización de una microplanta se adapta a los consumos antes expuestos y al haber sido una unidad probada realmente sería adecuado que se implementara comúnmente en los edificios para con ello lograr que los precios del mercado

bajen y sea competitiva, además de que se siga promoviendo como hasta ahora en la UNAM la investigación dentro de estos rubros y los de energías renovables.

- h) En cuanto a los tipos de proceso, a pesar de que los lodos activos siguen siendo el sistema más comercial y usado, sería ideal comenzar a utilizar nuevas tecnologías que no necesariamente quiten metros cuadrados al edificio por ser unidades anexas sino parte de las instalaciones y muros del hospital; como en el caso del muro biológico. Además con los otros sistemas, es necesario que conozcamos las capacidades de colocación, la relación entre sus componentes y aprendamos a diseñar con ellos.<sup>91</sup>
- i) Optar por una vegetación resistente a sequías para minimizar el consumo de agua en riego así como la incorporación de especies endémicas, en el caso de la Normatividad de Medidas Bioclimáticas del IMSS se hace referencia a vegetación del tipo perenne y caducifolia, pero esto también dependerá de los microclimas que se deseen crear en interiores y exteriores obedeciendo a decisiones basadas en diseño, economía y clima siempre tomando en cuenta que permitan la reinyección del agua al subsuelo y no rompan elementos urbanos como las banquetas o arroyos vehiculares.
- j) Contemplar la posibilidad del uso de un sistema de biodigestión (gas metano) para utilizarse como combustible dentro del establecimiento y eliminar el consumo del gas L.P. convencional, siempre y cuando haya un análisis bien estructurado del mismo. Este sistema sería viable en comunidades no tan cercanas a establecimientos poblacionales o donde se disponga de grandes extensiones de terreno.
- k) El mantenimiento preventivo y constante es la clave para que estos sistema no presente fallas y dé una calidad de efluente óptima. Sería necesario que en los sistemas a implementar ,se tenga contemplada la capacitación del personal para su instalación, uso y limpieza constante que en el caso del sistema fotovoltaico representa un factor importante dentro de la operación .Sería recomendable que existiera una supervisión interna para evitar que los equipos se vean dañados por un mal manejo provocando para el Instituto pérdidas que son totalmente evitables.
- l) Sería recomendable la máxima explotación de los recursos solares debido a nuestra ubicación lo que traería consigo que los precios de mercado bajasen para que estos sistemas sean redituables ,no debemos dejar de lado que nuestra capacidad de captación solar es elevada en comparación con otros países que incluso son líderes en estas tecnologías (como Alemania). Por lo que, considero que nos hace falta crear empresas dentro del país que desarrollen exclusivamente estas tecnologías provocando que el cambio sea más rápido y eficiente.

---

<sup>91</sup>MARTIN Chivelet, Nuria y FERNÁNDEZ Solla ,Ignacio, **La envolvente fotovoltaica en la arquitectura**, pág. 56-88, Ed. Reverte, Barcelona, España, 2007.

- m) Automatización de los sistemas en circulaciones, áreas de espera y otros servicios no vitales. Debido al costo de los sistemas es posible la aplicación por etapas (opciones que las mismas empresas ofrecen), de manera que en las áreas que no requieren luz esencialmente para funcionar, se pueden colocar postes autónomos o la utilización de domos y patios interiores.
- n) Es recomendable el intercambio de lámparas con vapor de mercurio por opciones con LED que pueden incorporarse paulatinamente utilizándose de la siguiente manera:
  - Luz de día o blanca: Quirófanos o áreas de estricta iluminación.
  - Luz fría: Circulaciones.
  - Luz cálida: Áreas de hospitalización y espera.
- o) La mayor recomendación es seguir los criterios bioclimáticos como los antes expuestos para el óptimo aprovechamiento del edificio y la reducción de costos en todos los fluidos energéticos (energía eléctrica, gas, diesel) y la selección adecuada de materiales y acabados a utilizar, sin dejar de lado el costo ecológico de su producción y su vida útil. Con ello reitero que las Normas ya existen, pero ante la falta de supervisión no son plasmadas en el edificio como se espera, por lo que queda en nosotros proyectar tomándolas muy en cuenta.
- p) Integrar la “quinta fachada” como un elemento más que debe ser resuelto obligatoriamente, así como los muros verdes.
- q) Se sugiere la revisión sobre la disposición final de los residuos, provocando el desarrollo de sistemas de incineración mínima para evitar emisiones considerables y descontroladas de dioxinas al medio ambiente, esto porque a pesar de ya no encontrarse en la unidades, no dejan de ser un elemento preocupante para la salud pública. De igual manera su correcta clasificación para provocar la reducción de costos y peligro ambiental (capacitación laboral).
- r) Adecuado almacenamiento de fármacos, productos detergentes y procesos de limpieza siguiendo la Normativa existente.
- a) El diseño del Edificio de Salud deberá ser modular, para con ello propiciar un aumento de áreas en caso de requerirlo sin dejar de lado los valores estéticos y de funcionalidad del mismo.
- s) Se recomienda que las instalaciones, sobretodo en este género de edificio (debido a la complejidad) sean registrables horizontal y verticalmente, para con esto evitar cambios posteriores en el diseño que dañen la estética y los acabados del inmueble demeritando su calidad y precio.
- b) Replantearnos constantemente el análisis área por área para entender al usuario, esto porque a pesar de que lo vemos constantemente a lo largo de la carrera suele llevarnos a errores comunes que sino satisfacen las necesidades planteadas nos

dicen que algo no se analizó adecuadamente y es nuestra obligación ética y moral servir de la mejor manera posible.

- c) Adquirir la responsabilidad social y ética de plantear propuestas de diseño sustentable desde la fase de anteproyecto para que hablen de edificios que respeten al medio ambiente, reduzcan al mínimo el consumo de los recursos naturales, reduzcan la contaminación, incrementen el confort en los usuarios y reduzcan los desechos, además de hacer uso máximo de las áreas.

### ***FUTURO DE LAS ECOTECNOLOGÍAS Y EDIFICIOS DE SALUD.***

En cuanto a lo que se espera en un panorama futuro concluyo lo siguiente:

- a) Se recomienda que las políticas de manejo de residuos sigan en pro de la digitalización de los recursos dentro de todas las áreas, como se está implementando en el área de Imagenología en las unidades médicas del IMSS desde enero del 2013.
- b) Se sugiere que se cree un mecanismo de evaluación y certificación de edificios que cuenten con estas tecnologías y condiciones bioclimáticas ya que, aunque los proyectos nacionales se han integrado a estos estándares, nuestras características son únicas y el desarrollo de software para el facilitamiento del cálculo de los edificios con y sin eco-tecnologías sería algo muy útil en México.
- c) Incorporación de los modelos APP, esto con el fin de que las unidades médicas alcancen más cobertura y se generen mejores condiciones en la calidad de vida de las personas que los necesitan.
- d) Se sugiere la incorporación de nuevas maneras de cobertura integral a comunidades fuera de la ciudad con Quirófanos autónomos y móviles, que puedan ir dando soluciones a donde no hay recursos para más, pero sin dejar de lado que deben incorporar ecotecnologías sin sacrificar el confort de los usuarios de los espacios, trayendo como consecuencia menores costos (debido a que no se está construyendo el edificio de primer instancia) y más atención.
- e) Se recomienda integrar los puntos referidos en el documento sobre el PECC, tomando en cuenta que para hacer que sean posibles se requiere una participación interdisciplinaria en donde todo el proceso lleve razonamientos ambientales que tengan como fin la reducción de contaminantes de todo tipo.
- f) Que el término de **ARQUITECTURA INTEGRAL** se vea respaldado por edificios de todo género que entiendan su contexto y lo respeten o si es posible mejoren.

# Referencias.

## LIBROS.

1. ALVAREZ Noguera, José Rogelio, **Salud y arquitectura en México**, México, D.F. : Secretaría de Salud: UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 1998.189 páginas.
2. PRASAD, Sunand,**Changing hospital architecture**,London : Riba Publishing : Corus, 2008,276 páginas.
3. VERDERBER, Stephen,**Innovations in hospital architecture**,New York : Routledge, 2010, 373 páginas.
4. KRAUEL, Jacoboautor,**Complejos hospitalarios** ; coordinación editorial Jacobo Krauel,Barcelona : Links, 2008,297 páginas.
5. ALVAREZ Ordoñez, Joaquin Arq., 882 participantes, **Normas de proyecto arquitectónico, tomo I y II: Funcionamiento de unidades médicas, consulta externa, hospitalización, medicina física y rehabilitación, Normas de proyecto arquitectónico, tomo III: Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, Normas de proyecto arquitectónico, tomo V: Unidades médicas IMSS solidaridad, Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas, Normas de proyecto arquitectónico, tomo VII: Normas bioclimáticas, Normas de proyecto arquitectónico, tomo X: Materiales y elementos de acabados**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, Ed. Suara S.A. de C.V.,México,julio 1994.
6. ALVAREZ Ordoñez, Joaquin Arq., **Elementos de apoyo para el discapacitado físico: invidentes y silentes**, Subdirección general de obras y patrimonio inmobiliario, Unidad de proyectos, Ed. Suara S.A. de C.V.,México,1993.
7. ALVAREZ Ordoñez, Joaquin Arq., **Especificaciones generales de construcción: unidades médicas, unidades administrativas y unidades sociales tomo 1**, Obra Civil,Ed. Suara S.A. de C.V.,México,1990.
8. GUERRERO Larrañaga, Enrique,Arq **Censo y planificación de hospitales**, SSA Comisión Nacional de Hospitales,Ed. Lito Offset S.A. de C.V.,México,1982.
9. GÓMEZ Dantés,Octavio Sergio Sesma, Lic en Ec, Víctor M. Becerril, Lic en Ec, M en Socl; Felicia M. Knaul, PhDIII Héctor Arreola Salud pública Méx vol.53 supl.2 Cuernavaca 2011 **Sistema de salud de México**,artículo de revisión, versión impresa ISSN 0036-3634,versión online en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342011000800017&script=sci\\_arttex](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342011000800017&script=sci_arttex)
10. LÓPEZ Mirón,Azaura, **Una estrategia de intervención para mejorar los servicios médicos en una institución de salud: El caso de una institución pública**, tesis de maestría en ingeniería,Universidad Nacional Autónoma de México, México,2009.
11. MARTIN Chivelet, Nuria y FERNÁNDEZ Solla,Ignacio,**La envolvente fotovoltaica en la arquitectura**,Ed. Reverte,Barcelona,España,2007.
12. YEANG,Ken,**Proyectar con la naturaleza: bases ecológicas para el proyecto arquitectónico**,Ed. G.G.,Barcelona,España,1999.

13. YEANG, Ken, **El rascacielos ecológico**, Ed. G.G., Barcelona, España, 1999.
14. APPLEBY, Paul, **Integrated sustainable design of buildings**, Ed. Earthscan, Inglaterra, 2011.

#### TESIS.

1. ÁVILA Soler, Enrique ,tesis de maestría IPN ,**Biogás:opción real de seguridad energética para México** , ,abril 2009,documento en pdf.
2. OSNAYA Ruiz Maricarmen,tesis online,**Propuesta de diseño de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad de la Sierra Juárez,Ixtlán de Juárez,Oaxaca,febrero 2012,** <http://www.unsij.edu.mx/tesis/digitales/6.%20MARICARMEN%20OSNAYA%20RUIZ.pdf>
3. Fragmento de tesis online en pdf,**Olores desagradables generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales**,Capitulo 3,pág 47, <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7529/Capitulo3.pdf>
4. RIQUELME Arismendi, Jorgeli Ing.,tesis de maestría, **Implementación de un dispositivo de caracterización eléctrica de sistemas híbridos basados en energía de hidrógeno**, febrero 2005, <http://132.248.9.195/ptd2005/01178/0341287/Index.html>
5. Presentación, **Protección radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista: Blindaje y diseño de instalaciones para Rayos X**, Material de entrenamiento del OIEA sobre Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista, IAEA (International Atomic Energy Agency).
6. GÓMEZ Millán, Gerardo, tesis de licenciatura en Ingeniería Química, **Análisis comparativo de dos configuraciones de plantas tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales aplicables a pequeños flujos**,2009,Fac. de Química ,UNAM ,México D.F., [http://132.248.9.195/ptd2009/agosto/0](http://132.248.9.195/ptd2009/agosto/0646882/0646882_A1.pdf#search=%22gerardo gomez millan%22)

646882/0646882\_A1.pdf#search=%22gerardo gomez millan%22

7. MORA Villalobos, Miguel Santos Arq.,tesis de maestría, **Lineamientos hacia una sustentabilidad del agua en edificios para la salud**,Fac.de Arquitectura,UNAM,2010, [http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102\\_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22](http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676102/0676102_A1.pdf#search=%22miguel santos mora villalobos%22)
8. CORTÉS Romero, Rodolfo. , tesis en proceso de licenciatura en Ingeniería Química, **Evaluación técnico y económica del reuso en sanitarios del agua tratada en dos configuraciones de planta tipo paquete para el tratamiento de aguas residuales**, Fac. de Química, UNAM ,2012.
9. Presentación,**Balance hidráulico: Sistema de Captación de Agua de Lluvia, Desinfección solar** ,Gaceta PUMAGUA, diciembre 2010.
10. AVILA Morales, Álvaro Arq. , tesis en proceso de maestría, **Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)**, Fac. de Arquitectura, UNAM ,2013.

#### NOMS.

1. **NOM-001-SEDE-2012**, Instalaciones eléctricas (utilización).
2. **NOM-007-ENER-2004**, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
3. **NOM-013-ENER-2004**, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.
4. **NOM-025-STPS-1999**, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
5. **NOM-237-SSA1-2004**, Prestación de servicios de atención medica en unidades móviles tipo ambulancia, para quedar como regulación de los servicios de salud. Atención prehospitalaria de las



- Urgencias medicas, México,<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1237p-04.pdf>
6. **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**, publicada el día 17 de febrero de 2003, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo, <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/087ecolssa.html>.
  7. **NOM-001-SEMARNAT-1996**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/ecol001n.pdf>
  8. **NOM-002-SEMARNAT-1996**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, <http://www.aguascalientes.gob.mx/proespa/pdf/NOM-SEMARNAT-002%20DESCARGA%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20AL%20ALCANTARILLADO.pdf>
  9. **NOM-003-SEMARNAT-1997**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. [recurso electrónico], <http://www.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/ley/nom/semarnat/nom-003-semarnat-1997.pdf>
  10. **NOM-052-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LAS**
  11. **CARACTERÍSTICAS**, El procedimiento de identificación, clasificación
  12. Y los listados de los residuos peligrosos, [http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052\\_semarnat.pdf](http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf)
  13. **NOM-053-SEMARNAT-1993**, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, [http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/sedesol\\_nom\\_053\\_ecol\\_1993.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/sedesol_nom_053_ecol_1993.pdf)
  14. **NOM-010-STPS-1999**, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral, <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/10.pdf>

#### INTERNET.

1. Muriá Vila, Rafael, **El arquitecto y la transformación de unidades médicas. Dos casos**, Revista digital universitaria, 2003.
2. **Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)**, página oficial, <http://www.imss.gob.mx/profesionales/Pages/index.aspx>
3. **OMS**, página oficial, [http://new.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310](http://new.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=200&catid=780:la-salud-de-mxico-en-cifras&Itemid=310)
4. **SSA**, página oficial, <http://www.imss.gob.mx/profesionales/Pages/index.aspx>
5. **Plan de Desarrollo Nacional**, Programa del Gobierno de la República, <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=salud>
6. **Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS)**, página oficial, <http://www.sinais.salud.gob.mx/>.
7. Red global de hospitales verdes y saludables, **Agenda global para**

- hospitales verdes**, Argentina, <http://hospitalesporlasaludambiental.net/>
8. Página oficial, **Sustainability index: Mexico**, World Energy Council, USA, 2013, <http://www.worldenergy.org/data/sustainability-index/country/mexico>, <http://www.worldenergy.org/data/efficiency-indicators/>
  9. Página electrónica, **Architecture 2030 Will Change the Way You Look at Buildings**, Architecture 2030, Santa Fe; Nuevo México, [http://architecture2030.org/the\\_problem/buildings\\_problem\\_why](http://architecture2030.org/the_problem/buildings_problem_why)
  10. Página electrónica, **LEED for Healthcare, 2013**, U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/leed/rating-systems/healthcare>.
  11. **Qué es y cómo aplicar la arquitectura sustentable**, Estudio de Arquitectura Martino, [http://www.estudiomartino.com/subsitios/publicaciones/que\\_es\\_y\\_como\\_aplicar\\_la\\_arquitectura\\_sustentable.php](http://www.estudiomartino.com/subsitios/publicaciones/que_es_y_como_aplicar_la_arquitectura_sustentable.php), Argentina.
  12. **Programa de las Naciones Unidas por el Ambiente PNUMA**, Panamá, <http://www.pnuma.org/>
  13. En la línea el diario digital, **Calama construye primer hospital sustentable en tiempo record**, Chile, 24 de febrero de 2012, <http://enlaline.cl/?p=9450>
  14. Arquichile.cl, **Impresionante construcción del nuevo hospital en Calama**, Chile 2011, ISSN 0718-431X versión en línea, Arquitectos Jorge Harris y Carolina Harris, [http://www.arqchile.cl/hospital\\_calama.htm](http://www.arqchile.cl/hospital_calama.htm)
  15. Argentina investiga: divulgación y noticias universitarias, **El primer hospital bioclimático del país**, contenido redactado por Martin Vargas Raúl de la Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Exactas, 10 octubre 2011, <http://infouniversidades.siu.edu.ar/noticia.php?id=1442>
  16. Arquitectura sustentable, **Hospital de Susques Jujuy**, escrito por Arq. Eduardo Yarke, [http://www.arqsustentable.net/ejemplos\\_hospital.htm](http://www.arqsustentable.net/ejemplos_hospital.htm)
  17. Página electrónica, CONAGUA, <http://www.conagua.gob.mx/>
  18. Revista online ciencias de la UNAM, **El agua en la ciudad de México**, Tanni Guerrero, Celeste Rives, Alejandra Rodríguez, Yolitzi Saldívar, Virginia Cervantes, [http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=203%3Ael-agua-en-la-ciudad-de-mexico&catid=43&Itemid=48](http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=203%3Ael-agua-en-la-ciudad-de-mexico&catid=43&Itemid=48)
  19. Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, SENER (Secretaría de Energía), **Guía de Administración de la Energía y Eficiencia Energética en Hospitales**, página oficial [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia\\_de\\_admon\\_y\\_ee\\_en\\_hospitales](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia_de_admon_y_ee_en_hospitales).
  20. Tratamiento de agua urbana, **Plantas de tratamiento para aguas residuales municipales**, 2009, escrito por el Ing. Edgardo González Sánchez, [http://www.tratamientodeaguasresidualesmunicipales.com/tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.html](http://www.tratamientodeaguasresidualesmunicipales.com/tratamiento_de_aguas_residuales.html)
  21. SEMARNAT, CONAGUA, **Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco**, escrito por: Airam Sol Martínez Paniagua, 7/sep/2011, <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelValledeMexico/proyectedr enajes.aspx>
  22. SEDENA, **Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**, última actualización el día 19 March 2013 a las 14:04 hrs., <http://www.sedena.gob.mx/index.php/proteccion-al-medio-ambiente/plantas-tratadoras>
  23. Slideshare, Presentación para a materia Diagnóstico de Aguas, **Tratamiento por**

- biodiscos**, realizada por Carlos A. Baron, septiembre 21, 2012, <http://www.slideshare.net/CarlosBaronAristizabal/biodiscos>
24. Totagua, **El sistema de oxidación biológica de Oxidisc (biodiscos)**, Francia, 2009, <http://www.totagua.com/depuradoras-viviendas/biodiscos.html>
  25. Scribd, **Capítulo 3: Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Betulia** (Santander), <http://es.scribd.com/doc/50313689/12/FILTRO-PERCOLADOR-AEROBIO>
  26. Slideshare, **Presentación, Tratamiento de aguas residuales, filtros percoladores**, escrito por Yazmin Mendoza Castillo el día 18 de marzo de 2012, <http://www.slideshare.net/yazminmendezcastillo/filtros-percoladores>
  27. **Hospital produce su propia energía**, Nota periodística de Quo online por Alfredo Gutiérrez Bayardi, el día domingo 10 de junio de 2002, <http://quo.mx/2012/06/10/pragmatas/hospital-produce-su-propia-energia>.
  28. Índice corporativo online **IMSS apuesta por hospitales sustentables**, escrito por Miguel García el día martes 6 de marzo de 2012 a las 09:31, <http://www.indicecorporativo.com/salud/166-imss-apuesta-por-hospitales-sustentables>.
  29. Portal de la Presidencia de la República en el periodo del Presidente Vicente Fox, **El ISSSTE sienta las bases del desarrollo sustentable en el sector salud** por Carmen Cobos González el día jueves, 12 de agosto de 2004 a las 12:36, <http://fox.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/?contenido=8568&pagina=342>.
  30. Centro de Noticias ONU, **Banco Mundial otorga crédito a hospital sustentable en Monterrey, México**, página oficial, <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=24251#.UUk-4Bx9GSo>.
  31. CNN Expansión, **Nueva receta para diseño de hospitales: Biotecnología y sustentabilidad son los paradigmas médicos a incorporar en los centros de salud**, publicado el día miércoles, 31 de diciembre de 1969, <http://www.cnnexpansion.com/obras/2010/07/20/construccion-hospitales-tecnologia-obras>.
  32. DESCARGA CERO, **Sistema de Descarga Cero**, consultado el día 02 de octubre de 2013, México, <http://www.descargacero.com/>
  33. SENER, **Guía de Administración de la Energía y Eficiencia Energética en Hospitales**, Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, México, 2010 consultado el 15 de febrero de 2013 en [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia\\_de\\_admon\\_y\\_ee\\_en\\_hospitales](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/guia_de_admon_y_ee_en_hospitales)
  34. Revista electrónica, **Las Centrales Hidroeléctricas en México, Pasado, Presente y Futuro I Antecedentes**, escrito por Leonardo de Jesús Ramos Gutiérrez en Revista Nuestra Gente, Quintana Roo, México, <http://www.revistagenteqroo.com/general/las-centrales-hidroelectricas-en-mexico-pasado-presente-y-futuro-i-antecedentes/>
  35. Página electrónica, **Central hidroeléctrica**, Hidráulica de los Canales Abiertos, Ven Te Chow. Editorial Diana, México, 1983. ISBN 968-13-1327-5., [https://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_hidroel%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica)
  36. Página electrónica, **Energía geotérmica**, Panorama Energético.com, Extraído de Redacción Ambientum, 21 de Enero de 2010, [http://www.panoramaenergetico.com/energia\\_geotermica.htm](http://www.panoramaenergetico.com/energia_geotermica.htm)
  37. Infografía online **¿Qué es y cómo se produce la energía eólica?**, Infografía de

- Grupo Bimbo, México, 2012, <http://www.grupobimbo.com/es/grupo-bimbo-verde/infografia-verde/que-es-y-como-se-produce-la-energia-eolica.html>
38. SENER, **Publica la SENER estudios sobre el potencial de las energías renovables en México**, 22 noviembre 2012, México, <http://www.energia.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2332>
39. Página electrónica, **Hidrógeno y su potencial uso en la matriz energética chilena**, Chile, <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno07/Pagina%20Web/chile.htm>
40. Nota periodística online, **México entre los cinco países con mayor potencial de energía solar**, Notimex, La Crónica, domingo 10 de febrero de 2013, <http://www.cronica.com.mx/notas/2012/639094.html>
41. Página online, **Residuos Peligrosos Biológicos-Infeciosos**, 2008, [http://www.fcq.uach.mx/phocadownload/Academico/Material\\_de\\_Estudio/RPBI/cuales.html](http://www.fcq.uach.mx/phocadownload/Academico/Material_de_Estudio/RPBI/cuales.html).
42. Ingenieros Inc., **Ventajas y desventajas de un relleno sanitario**, 2011, <http://www.ingenierosinc.com/2008/07/31/mas-sobre-los-rellenos-sanitarios/>
43. SEMARNAT, El medio ambiente en México 2009, **Residuos**, [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/resumen\\_2009/07\\_residuos/cap7\\_4.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/resumen_2009/07_residuos/cap7_4.html)
44. Página electrónica de la SENER, **Biogás**, SENER, 20 de abril de 2012, <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2195&lang=2>
45. Greenpeace España, **La incineración no es la solución**, 2010, <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Parar-la-contaminacion/Incineracion-de-residuos/>
46. Europa Síntesis de la Legislación de la UE, **Incineración de residuos**, Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos, 27 octubre 2010, [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/l28072\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/l28072_es.htm)
47. Ecologistas en acción, **Incineración de residuos y partículas ultrafinas**, marzo de 2009, <https://www.ecologistasenaccion.org/article17819.html>.
48. Revista online llamada Dermatología peruana vol. 15, **Antisépticos y desinfectantes**, artículo escrito por Leonardo Sánchez Saldaña, Perú, 2005, documento en .pdf consultado el día 27 de abril 2013, <http://es.scribd.com/doc/28475374/Antisepticos-y-Desinfectantes>
49. Noticia online de El Universal, **Mercurio es peligroso para la salud: SSA**, escrito por CGB el día 27 de junio de 2009, consultado el día 27 de abril de 2013, <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/54420.html>
50. Artículo online, **El mercurio y su impacto en la salud ambiental**, tomado de Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, consultado el día 27 de abril de 2013, <http://geosalud.com/Ambiente/mercurio.htm>
51. Artículo online, **Seguridad de técnicos de rayos X**, State Fund 2010, California, USA, consultado el día 28 de abril de 2013, <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=290>
52. Referencia de sitio web, **Revealing the Invisible**, Orborne Ian, *Science*, 16 agosto

- de 2002,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n\\_terahert](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_terahert)
53. Referencia de sitio web, **Cogenera México**, 2012, consultado el día 04 de octubre de 2013, <http://www.cogeneramexico.org.mx/menu.php?m=56>
54. Referencia de sitio web **Ejemplos de plantas de cogeneración**, Miliarium, 2001, consultado el día 04 de octubre 2013, [http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Energia/EficienciaEnergetica/Ejemplos\\_Plantas\\_Cogeneracion.asp](http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Energia/EficienciaEnergetica/Ejemplos_Plantas_Cogeneracion.asp)
55. Referencia de sitio web **Tabla de vida útil de los bienes físicos del activo fijo o inmovilizado**, SII, Chile, consultado el día 05 de noviembre 2013, [http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes\\_f.htm](http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm)
56. Referencia de sitio web, **Costos de Construcción de un Sistema Solar Fotovoltaico**, Energías renovables hoy, consultado el día 05 de noviembre 2013, <http://www.energiasrenovables hoy.net/2011/09/costos-de-construccion-de-un-sistema.htm>

PDFS.

1. IMSS, **Informe al ejecutivo federal y al congreso de la unión sobre la situación financiera y los riesgos del instituto Mexicano del Seguro Social 2012-2013**, México D.F.
2. Documento de Acta Universitaria, **El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y la edificación en México**, escrito por Silverio Hernández Moreno, Vol. 18 no. 2 Mayo-Agosto 2008, UNAM, México D.F.
3. CONAGUA, Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua, **Identificación y descripción de los sistemas secundarios de tratamiento de aguas residuales**, Coordinación de tecnología hidráulica, Autor: César G. Calderón Mólgor, [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Sistemas\\_secundarios.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Sistemas_secundarios.pdf)
4. Documento pdf, **Fundamentos del tratamiento biológico**, Capítulo 2 pág 7, [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/munoz\\_c\\_r/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/munoz_c_r/capitulo2.pdf)
5. Documento pdf, **Calidades de agua que se requieren en un hospital y como obtenerlas**, Cillit Water Technology, Barcelona, España, [http://www.cilit.com/guias/GUIA\\_HOSPITALES.pdf](http://www.cilit.com/guias/GUIA_HOSPITALES.pdf)
6. **Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales**, Madrid 2010, texto en pdf, <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Hospitales-fenercom-2010.pdf>.
7. Löhr, Walter, **Eficiencia energética en hospitales públicos**, Santiago de Chile, 2009, documento en pdf, <http://www.dalkia.cl/chile-energy/ressources/files/1/18699,Manuel-Eficiencia-Energetica.pdf>.
8. Documento en pdf, **Guía de la energía geotérmica**, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
9. Documento pdf online, **El hidrógeno ¿un futuro portador energético?**, verano 2005, Bennaceur, Kannel, [http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish05/sum05/p34\\_47.pdf](http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish05/sum05/p34_47.pdf)
10. Documento pdf de SENER, **Iniciativa para el Desarrollo de las Energías renovables en México :Energía solar**, Noviembre 2012, [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER\\_Solar%20FV.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER_Solar%20FV.pdf)
11. Documento online en pdf, **Prospectivas de energías renovables 2012-2026**, SENER, 2012, México, [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PER\\_2012-2026.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf)
12. Documento online en pdf, **Energía solar térmica para refrigeración**, Fundamentos de energía solar térmica, escrito por Ing. Juan Andrés Míguez., Noviembre 2010, [http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/mono\\_JA\\_Miguez.pdf](http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/mono_JA_Miguez.pdf)
13. Documento pdf online, **Guía de refrigeración solar**, Delorme Marc, Mugnier Daniel, Quinette: Tecsol Jean Yves, Richler Nadja, con el respaldo de la Comisión Europea (Dirección General de Energía y Transporte), septiembre 2004, [http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL\\_CAPELLANO.pdf](http://www.entevascodelaenergia.com/ext/climasol/documentos/CLIMASOL_CAPELLANO.pdf) el Gobierno Vasco.
14. BVSD (Biblioteca Digital de desarrollo sostenible y salud ambiental), documento en pdf titulado **Unidad 3.El relleno sanitario**, Organización Panamericana de la Salud

- Washington,  
D.C.20037,U.S.A.[http://www.bvsde.paho.org/curso\\_rsm/e/idades/unidad3.pdf](http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/idades/unidad3.pdf)
15. Documento pdf online, **Tratamiento de residuos sanitarios**, Grupo tecnomatrix, <http://www.grupotecnomatrix.com/multimedia/tratamiento%20de%20residuos%20biosanitarios/Tratamiento%20de%20residuos%20sanitarios.pdf>
  16. Documento pdf de Salud sin Daño, **Hacia el cuidado de la salud libre de mercurio., Compromiso para la eliminación del mercurio y de los elementos que lo contengan**, Argentina, consultado el día 21 de abril de 2013, [http://www.noharm.org/lib/downloads/espanol/Compromiso\\_de\\_Eliminar\\_Mercurio.pdf](http://www.noharm.org/lib/downloads/espanol/Compromiso_de_Eliminar_Mercurio.pdf)
  17. Documento pdf del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, **Evaluación mundial sobre el mercurio**, publicado por el PNUMA, Ginebra, Suiza, diciembre de 2002, consultado el día 28 de abril de 2013, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20report/assessment-report-summary-spanish-final.pdf>
  18. Documento online en pdf, **Niveles de Atención**, consultado el día 12 de enero de 2013, [http://xa.yimg.com/kq/groups/20376810/258237993/name/sist\\_salud.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/20376810/258237993/name/sist_salud.pdf)
  19. Documento pdf online, **Gestión de residuos en centros hospitalarios**, Dr.Ing.Julián Uriarte Jaureguizar, [http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkdo02/es/contenidos/informacion/comunicaciones\\_ambiental/es\\_com/adjuntos/materialDesechable.pdf](http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-pkdo02/es/contenidos/informacion/comunicaciones_ambiental/es_com/adjuntos/materialDesechable.pdf)
  20. Documento pdf perteneciente al Diario Oficial de la Federación online, **Costos Unitarios del IMSS 2013**, publicado el día 18 de abril de 2013.
  21. Documento pdf online, **Costo por m2 de construcción**, CMIC (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción), <http://www.cmicmty.org.mx/documentos/indices%20marzo/m2%20de%20Construccion%20OCT%202010-ENE%202011%20IMIC.pdf>
  22. Documento pdf online, **Isoyetas del D.F.**, consultado el día 28 de octubre de 2013, [http://dgst.sct.gob.mx/fileadmin/Isoyetas/distrito\\_federal.pdf](http://dgst.sct.gob.mx/fileadmin/Isoyetas/distrito_federal.pdf)
  23. Documento pdf online, **Manual de instalación, operación y mantenimiento del calentador solar**, Solary, consultado el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.solary.mx/manuales/MANUAL%20DE%20INSTALACION%20DEL%20CALENTADOR%20SOLARY%201.0%20.pdf>
  24. Documento pdf online, **Manual de operación y garantía del calentador solar**, Bicentenario, consultado el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.enersolqro.com/files/manual.pdf>
  25. Documento pdf online, **Manual de instalación y mantenimiento**, Solei, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://www.cinsasolei.com.mx/pdf/CINSA\\_SOLEI\\_INSTRUCTIVO.pdf](http://www.cinsasolei.com.mx/pdf/CINSA_SOLEI_INSTRUCTIVO.pdf)
  26. Documento pdf online, **Requisitos mínimos para la instalación de calentadores solares de agua en viviendas nuevas unifamiliares y dúplex del programa Hipoteca Verde**, mayo 2012, Infonavit, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd/Anexo+4.+Requerimientos+m%C3%ADnimos+para+la+instalaci%C3%B3n+de+calentadores+solares+de+agua.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT\\_TO=url&CACHEID=6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd/Anexo+4.+Requerimientos+m%C3%ADnimos+para+la+instalaci%C3%B3n+de+calentadores+solares+de+agua.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=6ce084d2-095e-47bd-b092-e9d1f73a37dd)
  27. Documento pdf online, **Mantenimiento del sistema solar fotovoltaico**, AE Certified Service, consultado el día 05 de



- noviembre de 2013,  
[http://solarenergy.advanced-energy.com/upload/File/Global\\_Services/SPA-SiteGuard-230-02.pdf](http://solarenergy.advanced-energy.com/upload/File/Global_Services/SPA-SiteGuard-230-02.pdf)
28. Presentación, **Producción de energía térmica con sistemas solares en el Hospital Lenin Fonseca**, escrito por Ing. Humberto Rojas Lanuza, noviembre 2011, Managua, Nicaragua, consultada el día 05 de noviembre de 2013, <http://www.slideshare.net/maya2k10/proyecto-termico-solar-calentamiento-de-agua-hospital-completo>
  29. Documento pdf online, **Memoria de cálculo planta tratamiento aguas servidas marca Reifax capacidad 5000 lts modelo Pti5000**, Reifax, consultado el día 05 de noviembre de 2013, [http://seia.sea.gob.cl/archivos/2.\\_Memoria\\_Tecnica\\_Planta\\_Aguas\\_servidas.pdf](http://seia.sea.gob.cl/archivos/2._Memoria_Tecnica_Planta_Aguas_servidas.pdf)
  30. Documento pdf online, **Ley de Asociaciones Público Privadas**, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 2012 consultado el día 07 de noviembre de 2013, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAPP.pdf>
  31. Documento pdf online, **Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012**, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Poder Ejecutivo de la Nación publicado en el Diario Oficial de la Federación el viernes 28 de agosto de 2009 consultado el día 09 de noviembre de 2013, [http://www.semarnat.gob.mx/programas/Documents/PECC\\_DOF.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/programas/Documents/PECC_DOF.pdf)

# Siglas.

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

Organización Mundial de la Salud (OMS)

Secretaría de Salud (SSA)

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)

Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM)

Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF)

Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS)

Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE)

Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH)

Sistema de Cuentas Nacionales y Estatales en Salud (SICUENTAS)

Norma Oficial Mexicana (NOM)

Programa de las Naciones Unidas por el Ambiente (PNUMA)

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Residuos peligrosos (RP)

Residuos peligroso biológico infecciosos (RPBI)

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)

Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)

Muro Colector Acumulador (MCA)

Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT)

Secretaria de la Defensa Nacional (SEDENA)

Secretaría de Energía (SENER)

Unidad de Medicina Familiar (UMF)  
Unidad Médica de Atención Ambulatoria (UMAA)  
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE)  
Hospital General de Subzona (HGS)  
Hospital General de Zona (HGZ)  
Hospital General Regional (HGR)  
Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL)  
Agua Pluvial (AP)  
Asociación Público Privada (APP)  
Programa Especial de Cambio Climático (PECC)  
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

---

## Glosario.

**Hospital saludable.** Se entiende como el edificio de salud con características que no permiten que genere contaminación dentro de sí mismo y por consecuencia en el medio ambiente inmediato.

**Medio artificial.** Es el medio inmediato creado por actividades antropógenas.

**C.E.Y.E.** Central de Equipo y Esterilización.

**Asepsia.** Sinónimo de limpieza.

**Tococirugía.** Área donde se trata a la mujer en el aspecto gineco obstetra donde se pueden practicar partos, cesáreas, salpingoclasia, histerectomía, legrados, y cuidados del recién nacido inmediatos.

**Neonatología.** Es una rama de la pediatría dedicada al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del ser humano durante los primeros 28 días de vida, desde la atención médica del recién nacido en la sala de partos.

**Quirófano.** Es una sala independiente en la cual se practican intervenciones quirúrgicas y actuaciones de anestesia-reanimación necesarias para el buen desarrollo de una intervención y de sus consecuencias.

**Imagenología.** El concepto se utiliza para nombrar al conjunto de las técnicas y de los procedimientos que permiten obtener imágenes del cuerpo humano con fines clínicos o científicos por medio de rayos X, etc.

**Medicina física.** Es una especialidad de la medicina y de las ciencias de la salud, configurada por un cuerpo doctrinal complejo, constituido por la agrupación de conocimientos y experiencias relativas a la naturaleza de los agentes físicos no ionizantes, a los fenómenos derivados de su interacción con el organismo y su aplicación diagnóstica, terapéutica y preventiva.

**Dietología.** Es el área dentro de la cual se preparan los alimentos para los pacientes en el área de hospitalización o se da consulta externa sobre adecuada alimentación de pacientes con enfermedades crónicas .

**Gineco obstetricia.** Es la rama de la medicina que se encarga del estudio y atención del aparato reproductor femenino. Los ginecólogos son los médicos que se encargan de diagnosticar y atender la salud de las mujeres, además de atender el embarazo y alumbramiento de éstas.

**Pediatría.** Es la especialidad médica que estudia al niño y sus enfermedades. El término procede del griego paidos (niño) e iatrea (curación), pero su contenido es mucho mayor que la curación de las enfermedades de los niños, ya que la pediatría estudia tanto al niño sano como al enfermo.

**Hemodiálisis.** Es una sustitución renal, consiste en extraer la sangre del organismo y traspararla a un dializador de doble compartimiento, uno por el cual traspara la sangre y otro el líquido de diálisis, separados por una membrana semipermeable.

**Evapotranspiración.** Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

**Mantos acuíferos.** Son todos aquellos manantiales o fuentes de agua que constituyen el lecho subterráneo, en otras palabras son las venas de nuestro subsuelo donde esta almacenada nuestras fuentes de aguas para el uso Agrícola y para el consumo Humano.

**pH.** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.

**MW.** Unidad de electricidad medida en 1 Mw = 1000w.

**CRETIB** .Residuos que cumplen con los siguientes conceptos: corrosividad, reactividad, explosividad ,toxicidad ,inflamabilidad o ser biológico-infeccioso .

**Biofiltración.** Proceso biológico utilizado para el control o tratamiento de compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos presentes en la fase gaseosa. En la biofiltración, los microorganismos son los responsables de la degradación biológica de los contaminantes volátiles contenidos en corrientes de aire residual, se utilizan en conjunto con otros métodos para el tratamiento de aguas residuales.

**Torres de refrigeración.** Son estructuras para refrigerar agua y otros medios a temperaturas muy altas. El uso principal de grandes torres de refrigeración industriales es el de rebajar la temperatura del agua de refrigeración utilizada en plantas de energía, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, plantas de procesamiento de gas natural y otras instalaciones industriales.

**Climatización.** Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

**Leds.** Son diodos capaces de producir luz , se usan como indicadores en muchos dispositivos y en iluminación. Los primeros ledes emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

**Residuos farmacéuticos.** Son todos aquellos medicamentos que por motivos de vigencia, malas condiciones de almacenamiento o disposición final se vuelven inútiles y deben conducirse hacia un área de desechos.

**Sustancias cancerígenas** .Son aquellas sustancias que en las cantidades suficientes dentro del cuerpo de cada ser humano pueden producir cáncer.

**Planta de lavado.** Son aquellas unidades independientes que dan servicio de lavado a la ropería de distintas unidades médicas en el IMSS.

**Isoyetas.** Son gráficos que muestran la cantidad de mm/hr. De lluvia en un punto específico para el posterior cálculo de A.P.

**Microplanta.** Son aquellas plantas de tratamiento de aguas residuales que cuentan con tres sistemas: cámara anóxica, aerobia y anaerobia para flujos pequeños de agua.

**Retrolavado.** Dentro de las PTAR es el proceso automatizado mediante el cual este se autolimpia.

# lista de tablas y gráficas.

	<i>Página</i>
1.1 Relaciones de la arquitectura y los elementos que la afectan.	3
1.2 Esquema del sistema de salud mexicano.	6
1.3 Población atendida y la cobertura por parte de las instituciones.	7
1.4 Servicios otorgados por el Sistema Nacional de Salud durante 2011.	8
1.5 Estimación de la estructura del gasto médico por padecimiento durante 2013.	9
1.6 Servicios otorgados en un día típico en el periodo de Enero-Diciembre 2012.	9
1.7 Comparativo del gasto médico estimado de los seis padecimientos en los escenarios con y sin PREVENIMSS 2013-2050.	9
1.8 Clasificación de Unidades Médicas por nivel y tipo ,Diciembre 2007.	10
1.9 Distribución y características de las unidades médicas en el Área Metropolitana de la Cd. De México.	11
2.0 Gráfica sobre la distribución de unidades médicas.	11
2.1 Equipamiento por distribución geográfica.	12
2.2 Intervenciones quirúrgicas brindadas.	12
2.3 Estado físico del inmueble ,equipo e instalaciones de las unidades médicas en el periodo 2011-2012.	13
2.4 Acciones de fortalecimiento de infraestructura médica (remodelaciones y ampliaciones).	14
2.5 Esquema resumen en base a NTC del Reglamento de Construcciones del D.F.	17
2.6 Esquema sobre desechos hospitalarios que impactan el ambiente.	21
2.7 Esquema sobre las características espaciales modificables.	21
2.8 Tabla sobre el diseño flexible en los Edificios de Salud.	22
2.9 Gráficos sobre la generación eléctrica y recursos combustibles fósiles de México.	23
3.0 Consumo energético por sector.	23
3.1 Emisiones de CO2 por sector.	23
3.2 Toneladas de consumo de petróleo en comparativa a Latinoamérica y Munidal.	24
3.3 Implementaciones internacionales de ecotecnologías en Edificios de Salud.	26
3.4 Esquema de Planta de Tratamiento en Normativa del IMSS.	36
3.5 Proceso de tratamiento general de aguas residuales por SEMARNAT.	38
3.6 Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR).	41
3.7 Esquema de los sistemas de tratamiento biológico para gases en PTAR.	45
3.8 Esquema de descarga cero.	46
3.9 Tabla sobre energías existentes en México.	49
4.0 Tabla elaborada con datos del Informe de la SENER 2013-2030.	53
4.1 Gráfica de tratamiento de aguas residuales municipales m3/s.	56
4.2 Tabla de tipos de celdas solares.	58
4.3 Esquema de baterías de almacenamiento solar.	59
4.4 Diagrama sobre guía de Refrigeración Solar.	60
4.5 Tabla tomada de Guía de Refrigeración Solar sobre tecnologías de Aire Acondicionado Solar.	61

4.6 Gráfica sobre el uso de energía eléctrica en porcentajes dentro del Edificio de Salud.	62
4.7 Tabla sobre la Clasificación de hospitales por generación de RPBI de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.	65
4.8 Tabla sobre identificación y envasado de RPBI tomado de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.	66
4.9 Tabla sobre los rellenos sanitarios y sus características.	68
5.0 Gráfica de generación de RSU por tipo de residuo tomado de SNIARN.	69
5.1 Esquema sobre el proceso de incineración.	71
5.2 Tabla sobre tecnologías alternativas al uso de incinerador.	72
5.3 Tabla sobre la clasificación de desinfectantes y antisépticos.	77
5.4 Diagrama de flujo para el manejo de Ropería basado en Normas del IMSS.	78
5.5 Diagrama de flujo para el manejo de Ropería basado en Normas del IMSS.	78
5.6 Tabla sobre información básica del mercurio.	80
5.7 Render de la H.G.R. No. 251, Metepec Edomex.	85
5.8 Diagrama de flujo básico de la H.G.R. No.251, Metepec Edomex.	85
5.9 Tablas de consumos promedio de la H.G.R. No.251, Metepec.	86
6.0 Esquema de localización de PTAR y colectores solares de la H.G.R. 251.	87
6.1 Diagrama de flujo de la PTAR de la H.G.R. No. 251, Metepec, Edomex.	88
6.2 Diagrama de flujo de ACS solar de la H.G.R. No. 251, Metepec, Edomex.	89
6.3 Diagrama de control y fuerza del tablero de control y sistema solar.	90
6.4 Esquema de estrategias de abordaje de tema.	92
6.5 Diagrama de proceso de diseño de Unidades Médicas.	93
6.6 Aplicaciones bioclimáticas dentro del Conjunto.	94
6.7 Aplicaciones bioclimáticas dentro del Edificio.	96
6.8 Aplicaciones bioclimáticas en Ventanas.	99
6.9 Zonificación del Hospital de Calama, Chile.	100
7.0 Zonificación del H.G.R. No.251, Metepec, Edomex.	100
7.1 Esquemas de vida útil de edificios y materiales realizado por Silverio Hernández Nava.	102
7.2 Estrategias para el Proyecto Ecológico Integral modificado de Yeang Ken, Proyectar con la Naturaleza.	103
7.3 Aplicaciones bioclimáticas en Vegetación.	105
7.4 Aplicaciones bioclimáticas en Cubiertas.	106
7.5 Aplicaciones bioclimáticas en Orientaciones Óptimas.	107
7.6 Aplicaciones bioclimáticas en Ecotecnologías.	107
7.7 Edificio con aplicaciones bioclimáticas basado en el croquis del Mittal's Children Medical Centre.	109
7.8 Tabla sobre Software con aplicaciones de Ecotecnologías.	112
7.9 Tabla sobre lineamientos y soluciones al PECC.	114
8.0 Gráfica de costos promedio por Servicios en cada Nivel de Atención.	115
8.1 Tabla sobre costos unitarios por nivel de atención tomando en cuenta costos del Diario Oficial de la Federación para el IMSS.	116
8.2 Tabla de consumos mensuales promedio de recursos.	119
8.3 Tablas de costos paramétricos por m <sup>2</sup> en Unidades Médicas tomando en cuenta al IMSS, CMIC, SSA.	120



8.4 Tabla de comparativa entre Unidades Médicas y sus consumos por medio de investigación de campo.	122
8.5 Tabla de Unidad Prototipo de Primer Nivel.	123
8.6 Modelo de Costos de la Unidad Prototipo de Primer Nivel.	124
8.7 Tabla de Unidad Prototipo de Segundo Nivel.	125
8.8 Modelo de Costos de la Unidad Prototipo de Segundo Nivel.	126
8.9 Tabla de Unidad Prototipo de Planta de Lavado.	127
9.0 Modelo de Costos de la Unidad Prototipo de Planta de Lavado.	128
9.1 Tabla de Unidad Prototipo de Segundo Nivel para Análisis.	130
9.2 Tabla y gráficas de cálculo de SCALL de Avila Morales,Alvaro.	131
9.3 Modelo de Costos de la Unidad Prototipo de Segundo Nivel análisis.	132
9.4 Tabla de cotizaciones de Ecotecnologías.	135
9.5 Tabla de costos de Operación y Mantenimiento de Ecotecnologías.	137
9.6 Tabla de Análisis de Factibilidad Económica de Ecotecnologías.	138
9.7 Gráfica de porcentaje de gasto en sistemas Fotovoltaicos.	140
9.8 Tabla de Análisis Costo-Beneficio del Sistema Fotovoltaico.	141
9.9 Tabla de Análisis Costo-Beneficio del Sistema de Pre calentamiento Solar.	142
10.0 Tabla de Análisis Costo-Beneficio del PTAR.	143

La siguiente es una lista de los documentos anexos incorporados (digitalmente):

## ANEXO 1.

- a) Zonificaciones, esquemas, renders y superficies aproximadas del H.G.R. No. 251, Metepec, Edomex. **CON FINES DE CONSULTA ACADÉMICOS.**

## ANEXO 2.

- b) NOM-001-SEDE-2012, "Instalaciones eléctricas
- c) NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales;
- d) NOM-013-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios; y
- e) NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- f) Guías mecánicas del IMSS e ISSSTE en documentos pdf.

## ANEXO 3.

- a) Fundamentos del tratamiento biológico del agua, documento pdf
- b) OSNAYA Ruiz Maricarmen, tesis , Propuesta de diseño de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.
- c) CONAGUA, Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua, Identificación y descripción de los sistemas secundarios de tratamiento de aguas residuales, Coordinación de tecnología hidráulica, Autor: César G. Calderón Mólgor.
- d) Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica, documento en pdf.

## ANEXO 4.

- a) Evaluación de la energía geotérmica en México, documento pdf
- b) Diseño de planta de biogás; documento pdf
- c) Guía del frio solar , ahorro y eficiencia energética ,documento en pdf.
- d) Tabla de paneles solares realizada por UNAM.

## ANEXO 5.

- a) NOM-087-ECOL-SSA1-2002, publicada el día 17 de febrero de 2003, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.
- b) El relleno sanitario, documento pdf.
- c) La incineración daña la salud, Greenpeace, documento pdf.
- d) Control de riesgos sanitarios y gestión adecuada de residuos de establecimientos de atención de salud ,OPS, presentación.

## ANEXO 6.

- a) Desinfectantes de uso hospitalario, documento pdf.
- b) Evaluación mundial sobre el mercurio PNUMA, documento pdf
- c) Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud, Salud sin Daño, documento en pdf.
- d) Blindaje y diseño de instalaciones para Rayos X,IAEA, presentación.





**GOBIERNO  
FEDERAL**



**Vivir Mejor**

HOSPITAL GENERAL  
REGIONAL  
236 CAMAS, SUSTENTABLE.

METEPEC,  
ESTADO DE MEXICO.

INSTITUTO MEXICANO  
DEL SEGURO SOCIAL.



# HOSPITAL GENERAL REGIONAL 236 CAMAS “SUSTENTABLE”

El Hospital se desplanta en una superficie en una superficie de 12,771.80 m2 correspondientes a la planta baja que representan el 39.41% del area del terreno. El estacionamiento para 648 autos, representa el 36% del predio. La diferencia de 12.5% corresponde a las areas verdes. El terreno cuenta con una gran cantidad de arboles “viejos” localizados al frente y en la colindancia norte que se estan respetando. El acceso al H.G.R. es por la Av. Tecnológico a través de la plaza de acceso que incluye estacionamiento de urgencias y la rampa a primer nivel al servicio de tococirugia. El ingreso por el vestibulo principal distribuye al paciente y familiares a la circulacion vertical del hospital y a sus principales servicios.

El HGR está edificado en 4 niveles y tiene las siguientes superficies por nivel:

PLANTA BAJA	12,771.80 M2
PRIMER NIVEL	7,297.40 M2
SEGUNDO NIVEL	6,539.50 M2
TERCER NIVEL	5,700.40 M2

El Hospital cuenta con los siguientes servicios por nivel en un esquema de “Especialidad Troncal”:

**PLANTA BAJA:**

1. URGENCIAS.....	2,580.70 M2
2. IMAGENOLOGIA.....	768.06 M2
3. LABORATORIO CLINICO.....	1,070.03 M2
4. MEDICINA FISICA.....	1,016.46 M2
5. VESTIBULO Y SALA DE ESPERA.....	531.69 M2
6. ADMISION HOSPITALARIA.....	213.63 M2
6. AUDITORIO.....	754.77 M2
7. FARMACIA Y ARCHIVO CLINICO.....	285.60 M2
8. DIETOLOGIA.....	738.59 M2
9. SERVICIOS GENERALES Y CASA DE MAQUINAS.....	998.67 M2
10. OTROS.....	3813.6 M2

**PRIMER NIVEL :**

1. TOCOCIRUGIA, TERAPIA INTENSIVA ADULTOS, TERAPIA INTENSIVA NEONATALES.....	2,528.00 M2
2. HOSPITALIZACION GINECO - OBSTETRICIA, Y PEDIATRIA.....	2,812.79 M2
3. ESCALERA DE EMERGENCIA.....	32.9 M2
4. ENSEÑANZA E INVESTIGACION MEDICA.....	964.27 M2
5. CONSULTA EXTERNA GINECO - OBSTETRICIA.....	959.44 M2

**SEGUNDO NIVEL :**

1. CIRUGIA, CIRUGIA AMBULATORIA, ENDOSCOPIAS.....	2,280.37 M2
2. HOSPITALIZACION CIRUGIA.....	2,468.03 M2
3. CONSULTA EXTERNA CIRUGIA.....	995.69 M2
4. GOBIERNO, OFICINA DE APOYO PARAMEDICOS, EPIDEMIOLOGIA HOSPITALARIA, SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	795.41 M2

**TERCER NIVEL :**

1. HEMODIALISIS, DIALISIS PERITONEAL, QUIMIOTERAPIA.....	1,519.23 M2
2. HOSPITALIZACION MEDICINA INTERNA.....	3,183.52 M2
3. CONSULTA EXTERNA MEDICINA INTERNA.....	997.65 M2

**CUARTO NIVEL :**

-HELIPUERTO.....	611.60 M2
------------------	-----------



HOSPITAL GENERAL REGIONAL 236 CAMAS  
METEPEC, EDO. DE MEXICO.

DESCRIPCION DE LA OBRA