



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA
POTABLE EN EDIFICACIONES.
CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA,
UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTA
PRESENTA:

DIANA GARCÍA ACOSTA

SINODALES:
DRA. GEMMA LUZ SYLVIA VERDUZCO CHIRINO
DR. JOSÉ GERARDO GUÍZAR BERMÚDEZ
DR. ALBERTO MUCIÑO VÉLEZ



CIUDAD DE MÉXICO ABRIL 2019



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.

AGRADECIMIENTOS

La conclusión de mi licenciatura no hubiera sido posible sin los consejos y el apoyo incondicional de mi papá, Octavio García, a quien admiro como profesionista y como ser humano. Siempre me dijo que la mejor herencia que podía dejarme sería mi educación; y hoy le debo lo que soy a todas las noches de desvelo que me dedicó aún con el cansancio después de su trabajo. Nunca me negó ni un minuto de su tiempo, me apoyó cuando sentía que no podía seguir, me levantó cuando caí, creyó en mí y me llenó de fuerzas para seguir triunfando en la vida.

A mi madre Verónica Acosta y mi hermano Adán, por impulsarme, por siempre ser el rayo de luz cuando más lo necesito, por animarme y darme felicidad eterna cada que los tengo conmigo.

A mi familia por ser mi inspiración y a los que les tengo tanta admiración. En agradecimiento especial a Irene y Lourdes Acosta, que me enseñaron el valor de la perseverancia. Por el amor y soporte que me brindaron ante cualquier dificultad, me dieron siempre opciones y me inyectaban energía para eliminar los límites en mi vida.

A mi universidad, por la calidad de enseñanza y las experiencias que me regaló. Por demostrarme la cara más valiosa de México, que es la enseñanza.

A mis maestros por compartir el conocimiento con la esperanza de hacer de este país un mejor lugar a pesar de los sacrificios.

A mis asesores, en especial a la Dra. Gemma Verduzco, por compartir su conocimiento y regalarme una visión más amplia de este trabajo y de mi futuro.

Agradecimiento especial para la elaboración de este documento

Ingeniero Ragnar Trillo.

Jefe de instalaciones del Instituto de Ingeniería

Departamento de Biología. PUMAGUA

Carlos Pérez.

Jefe de Servicios en Torre de Ingeniería.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.....	9
	a) Condición Geográfica de la Ciudad de México	9
III.	CAPÍTULO II: NORMATIVIDAD APLICABLE DEL AGUA EN LOS EDIFICIOS.	23
	i. Normativas Nacionales Vigentes	24
	ii. Normativa de Programas de Certificación Nacional.....	29
	iii. Normativas de Referencia Internacional.....	33
IV.	CAPÍTULO III: EL AGUA EN EDIFICACIONES	36
	iv. Abastecimiento de agua potable.....	36
	v. Sistemas hidráulicos	37
	b) Sistema de Agua Potable.....	39
	c) Sistema de Desagüe o Sanitario– Aguas Negras.....	41
	d) Sistema de Captación de Agua Pluvial	43
	e) Sistema de recirculación de agua gris	46
	f) Plantas de tratamiento para aguas residuales (PTAR ó PTAR).....	48
	g) Otros sistemas que requieren del uso de agua potable	50
V.	CAPÍTULO IV: TÉCNICAS PARA REDUCIR EL USO DE AGUA POTABLE.....	53
	vi. Referencias de edificaciones con innovación en reducción de uso de agua potable.....	54
	h) Caso Internacional: Edificio Sky Village– Copenhagen.	55
	i) Caso de la Ciudad de México: Torre HSBC	58
	vii. Innovación en sistemas hidráulicos	60
	j) Sistema Integral de Abasto y Saneamiento de Agua con Descarga CERO.....	60
	k) RAUNAM. Red de Agua UNAM (Pumagua).....	62
VI.	CAPÍTULO VI: Estrategias para mitigar el uso de agua potable en edificaciones.....	67
	viii. Impacto al entorno:.....	68

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

ix.	Diseño de la volumetría.....	70
x.	Diseño exterior.....	70
xi.	Diseño Interior	74
xii.	Reutilización de agua	83
VII.	CAPÍTULO V: Caso de Aplicación: Torre de Ingeniería UNAM	94
xiii.	Normativas	95
xiv.	Análisis de Elementos	98
xv.	Planificación y Diseño General del Proyecto.....	99
	l) Materia de Agua.....	103
xvi.	Diseño exterior.....	106
	m) Funcionamiento hidráulico	111
xvii.	Diseño Interior	117
xviii.	Conclusiones:	128

INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento generador de vida en nuestro planeta y, no sólo eso, es indispensable para mantenerla. Sin embargo, el ciclo del agua es uno de los ciclos naturales de la tierra con mayor afectación por el calentamiento global; que con el creciente aumento de la temperatura alarmante desde el año 1800; pronostica un catastrófico aumento del nivel del mar de hasta 88 cm antes del año de 2100.

En este proceso, se diluyen costas enteras con ciudades con elevación menor a 0.5 msnm, manglares, arrecifes de coral, esto sin mencionar la alteración del clima, que producirá catástrofes naturales de mayor intensidad y frecuencia.

Aunque el 70% de la superficie de la tierra está cubierta de agua, únicamente el 2.5% del total es potable y solo el 0.003% es accesible para el uso humano mediante ríos, lagos y humedales, por lo que su disponibilidad finita genera un impacto en el ámbito de la seguridad para la población mundial. Detectar su escasez puede prevenir tensiones y conflictos regionales, que ya se han producido a gran escala militarizada, política y diplomática entre países.

La calidad del agua es una situación crítica con afectación a la salud de comunidades que la consumen sin control de la contaminación. La expansión explosiva de las zonas urbanas coloca a los entornos físicos construidos como el elemento con mayor aportación de agentes contaminantes, con la mayor huella ecológica con origen en el volumen elevado de recursos como agua, energía y materiales y generando gran cantidad de residuos en todas sus etapas de vida, por lo que es pieza fundamental para el control del problema.

La alternativa a la escasez del agua en numerosos países ha sido la captación de agua pluvial; para lo cual las condiciones climáticas y geológicas son determinantes, ya que es necesario un análisis del volumen y calidad del recurso para definir las aplicaciones adecuadas. Otro elemento fundamental es la condición del suelo y recursos con los que cuenta.

El suelo del valle de México, donde actualmente se asienta la Ciudad de México, era en su origen una zona lacustre, por lo que el subsuelo tiene una composición arcillosa y conserva

agua subterránea. Este recurso subterráneo es aprovechado para abastecer el 70% a la ciudad.

Los altos niveles de contaminación de la atmósfera general de la ciudad han sido el principal motivo para que los proyectos de captación de agua pluvial sean evitados como una alternativa para abastecimiento, pues el agua resultante no es apta sustituir al agua potable para las actividades internas de las edificaciones.

Ámbito de aplicación

En la actualidad, la población a nivel mundial se encuentra en momento de explosión demográfica. Se registró un crecimiento drástico de 1000 millones de personas en tan solo 12 años; alcanzando la cifra de 7300 millones. Así se pronostica que el crecimiento continúe exponencialmente con el paso de los años. Este crecimiento poblacional se debe a distintos factores, como un mayor tiempo de vida de la población y las grandes tasas de fecundidad principalmente, lo que ha aumentado los procesos de urbanización y los movimientos migratorios a la ciudad.¹

La urbanización y expansión de las ciudades se debe a que se presentan mejores condiciones para satisfacer las necesidades, principalmente de salud, seguridad, educación y empleo; y convierte a las ciudades en grandes sectores que demandan y desechan recursos.

En la actualidad, se ha comenzado a crear conciencia de la búsqueda de prácticas que contribuyan a reducir la degradación de los recursos y el impacto ambiental, es decir, la reducción de la huella medioambiental que las ciudades generan.

Uno de los recursos de mayor importancia, es el agua. Es necesaria no solo para los seres humanos, si no para la vida en general. En la actualidad el control del agua potable, la cual es apta para el consumo, ya es motivo de enfrentamientos sociales a nivel Mundial.

La Ciudad de México es una zona propensa a conflictos de esta índole debido a su alto nivel de demanda de recursos

¹ Datos del Banco de datos de las naciones unidas. Consulta en sep 2017.

para la población. Desde el año 2006, durante la clausura del Foro Mundial del Agua, llevado a cabo en México, la UNESCO presentó un diagnóstico de la ciudad en video, basada en el Programa de Evaluación de Recursos Hídricos, afirmando de que el Valle de la Ciudad de México, tendrá que afrontar una “guerra por el agua” si no se atiende, con la participación general de la población, el tema de escases a futuro².

Objetivos generales

Evaluar, a partir de una visión global de los sistemas de gestión que componen una edificación actual, el impacto que la tecnología ha originado para incrementar su eficiencia en los proyectos arquitectónicos, así como la arquitectura propuesta para el ahorro de los recursos, de manera especial, en el proyecto de la Torre de Ingeniería de la UNAM.

Objetivos particulares

Visualizar y mostrar la utilidad de la arquitectura y los avances tecnológicos recientes como medio para mitigar el impacto ambiental de las edificaciones, considerando los factores como reciclaje y reúso de agua gris y agua lluvia, para responder al caótico escenario futuro general de la Ciudad de México.

²Datos retomados de Perló C., Manuel. González R., Arsenio E. ¿GUERRA POR EL AGUA EN EL VALLE DE MÉXICO? 2ªEd. México 2009

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

Condición Geográfica de la Ciudad de México

La Ciudad de México, es la capital de la República, su forma actual cuenta con diferentes elevaciones dentro del límite estatal y diversos cuerpos de agua como se ilustra en el siguiente gráfico.

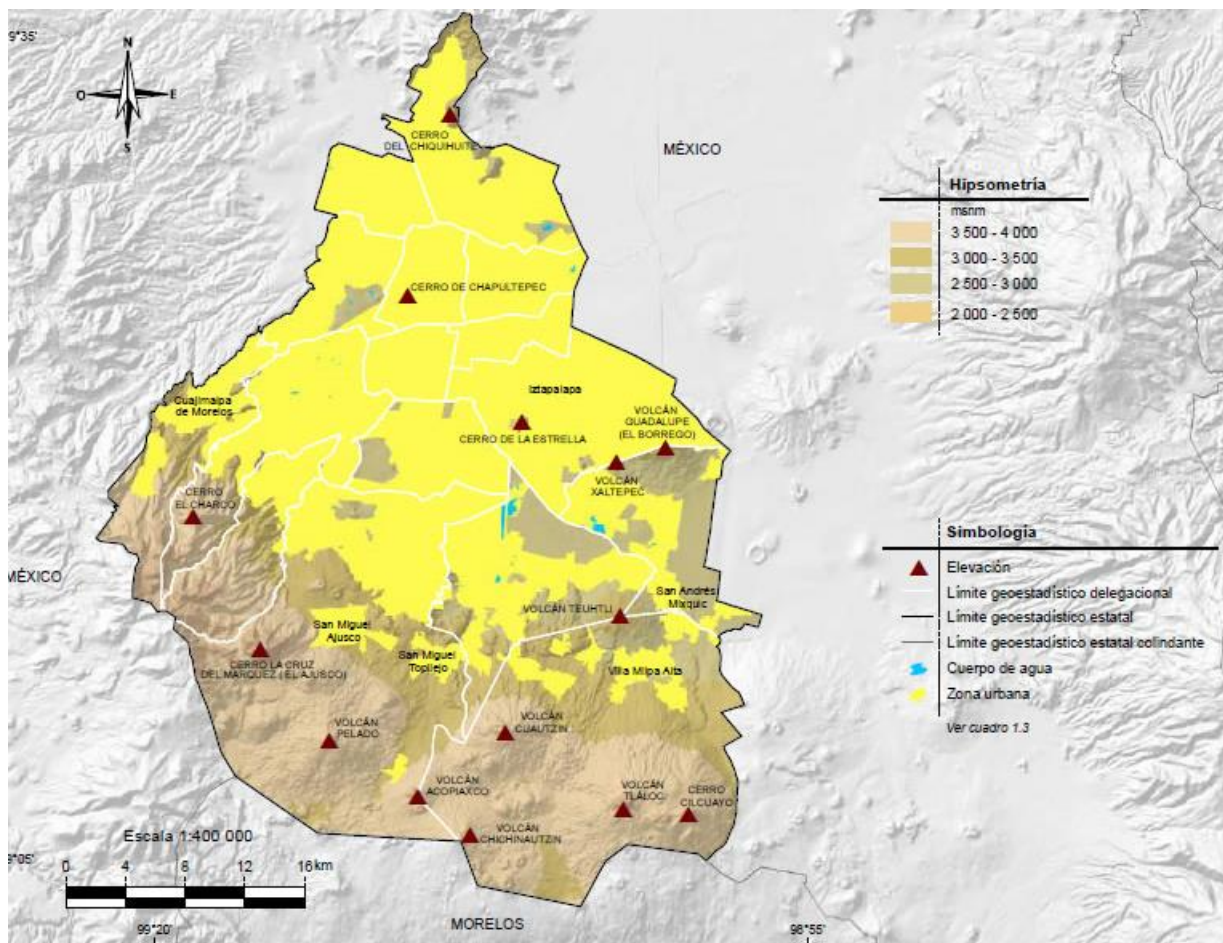


Imagen 1: Fuente: INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250,000, serie II. INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:50 000, serie I. INEGI. Modelo Digital de Elevación, versión 2.0 noviembre 2012.

Estas elevaciones propiciaron a la formación de una zona lacustre en el Valle de México, condiciones que en la actualidad se ven reflejadas en los tipos de suelo y sus características físicas.

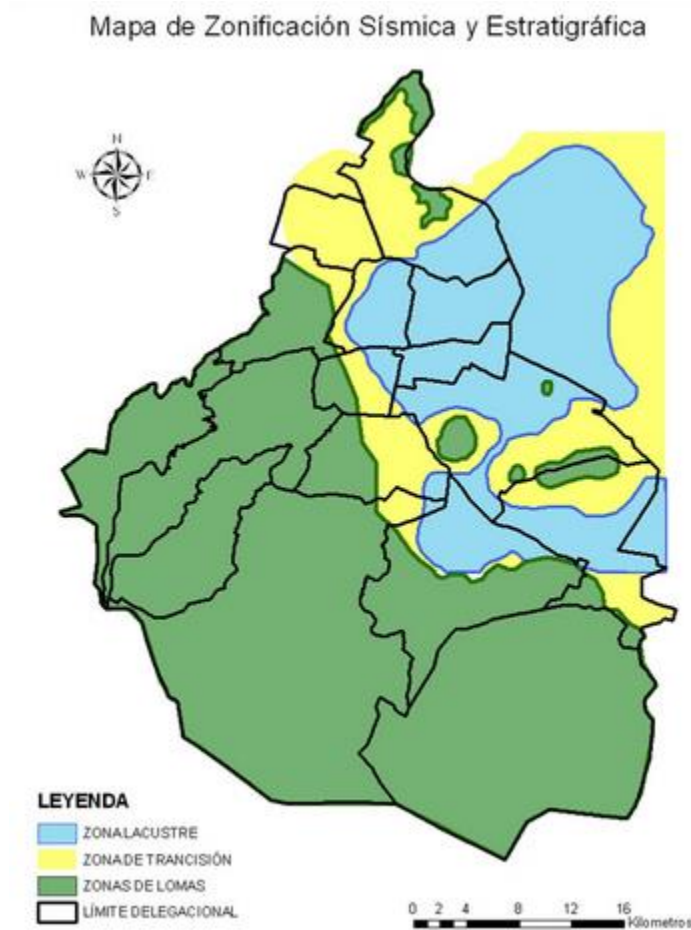


Imagen 2 Tipos de suelo de la Ciudad de México. Boletín UNAM-DGCS-606

Zona 1: Lomerío.

En esta categoría entran zonas como lomas o pedregales, aunque algunas podrían tener depósitos arenosos relativamente blandos. Este tipo de suelo en el valle posee las características de menor riesgo en sismicidad ya que lo componen suelos firmes fuera del ambiente lacustre.

Zona 2: Transición

En este tipo de suelo se encuentran depósitos profundos a 20 metros de profundidad o menos, están constituidos por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre.

Zona 3: Lacustre

Está hecho de arcillas altamente comprensibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla. Esta

es el tipo de suelo con más riesgo en sismos por la característica de amplificación de las ondas de movimiento.

Clima y precipitación

El clima es cálido y templado en Ciudad de México. La temperatura promedio en Ciudad de México es 15.9 ° C. El mes más caluroso del año con un promedio de 18.3 ° C de junio. enero es el mes más frío, con temperaturas promediando 12.6 ° C. A lo largo del año, las temperaturas varían en 5.7 ° C aproximadamente.

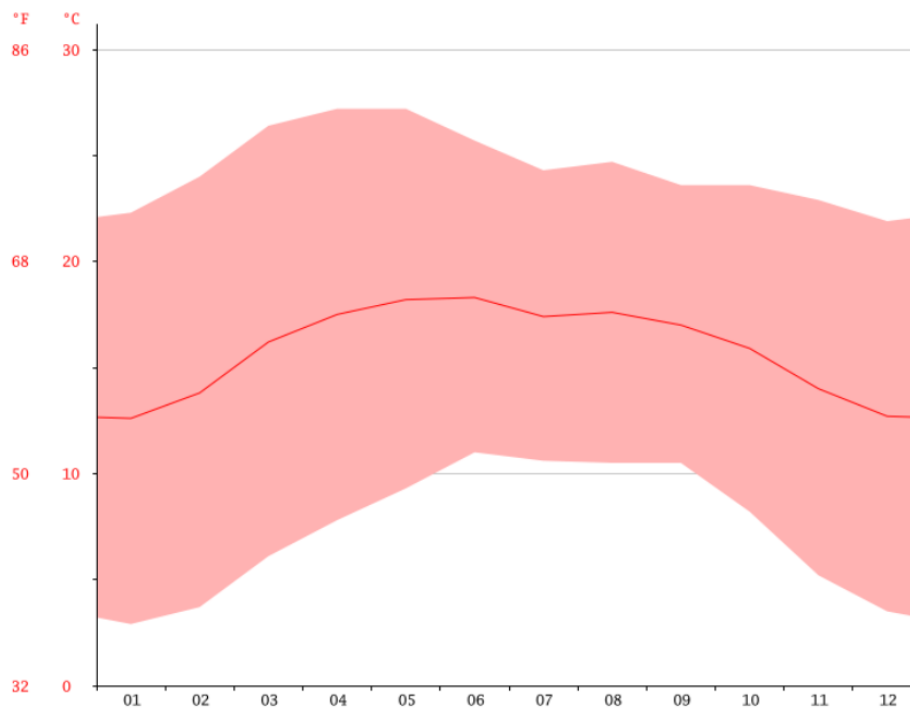


Imagen 3: Diagrama de temperatura de la Ciudad de México mensual. Grados (vertical) Meses (horizontal) Fuente: Climatedata.org

Los veranos tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. Las precipitaciones promedian 625 mm en general.³ La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 118 mm.

Se observa en la siguiente tabla, los datos resaltados, como los datos correspondientes a la zona de la Ciudad de México, en comparación con las demás entidades, para el promedio

³ Información de base de datos Climate Data. Org. Consulta: Oct 2017.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

mensual y anual, g desde el año 1981 al 2016. Se obtiene un promedio anual de 649 mm y 4 meses con precipitación arriba de los 100mm desde 1981 hasta el año 2010.

Número de RHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
I	20	19	14	4	1	1	10	26	32	11	10	20	168
II	24	21	12	6	4	19	108	103	58	25	17	31	428
III	31	16	8	6	9	66	194	188	142	52	26	29	765
IV	12	8	6	11	48	179	199	197	194	84	15	6	962
V	8	8	6	15	71	230	200	219	242	113	20	7	1 139
VI	19	11	11	17	28	40	63	61	64	32	12	15	372
VII	18	9	6	12	27	56	79	71	67	29	11	13	398
VIII	22	11	4	6	23	131	197	180	153	60	13	10	808
IX	26	20	19	38	67	120	137	119	166	89	30	23	855
X	51	40	30	43	84	222	261	264	293	179	97	64	1 626
XI	65	54	36	49	135	276	223	265	331	224	109	76	1 842
XII	45	35	31	39	90	167	153	173	208	147	72	49	1 207
XIII	11	11	12	28	51	109	126	115	110	57	13	6	649
Nacional	25	17	13	18	42	102	134	134	135	69	27	23	740

Tabla 1: Información Precipitación pluvial normal mensual, 1981–2010 (mm). Se encuentra resaltada la Región XVIII que es la que constituye el valle de México. Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Hidrografía

En México, existen 653 acuíferos, el número de acuíferos sobreexplotados han incrementado de 100 a 106 por año en el país. De acuerdo con los resultados de los estudios recientes, se define si los acuíferos se convierten en sobreexplotados o dejan de serlo, en función de la relación extracción/recarga.

La Ciudad de México tiene una mayor extracción, que recargas por lo que se considera como acuíferos sin disponibilidad y a pesar de esto se sigue extrayendo un gran volumen de agua.

Situación original del Valle de México

El Valle de México naturalmente estaba constituido por 5 lagos que fueron formados por el escurrimiento. Originalmente la zona lacustre que no tenía salida a ninguno de los océanos del territorio, es decir, era una cuenca endorreica.

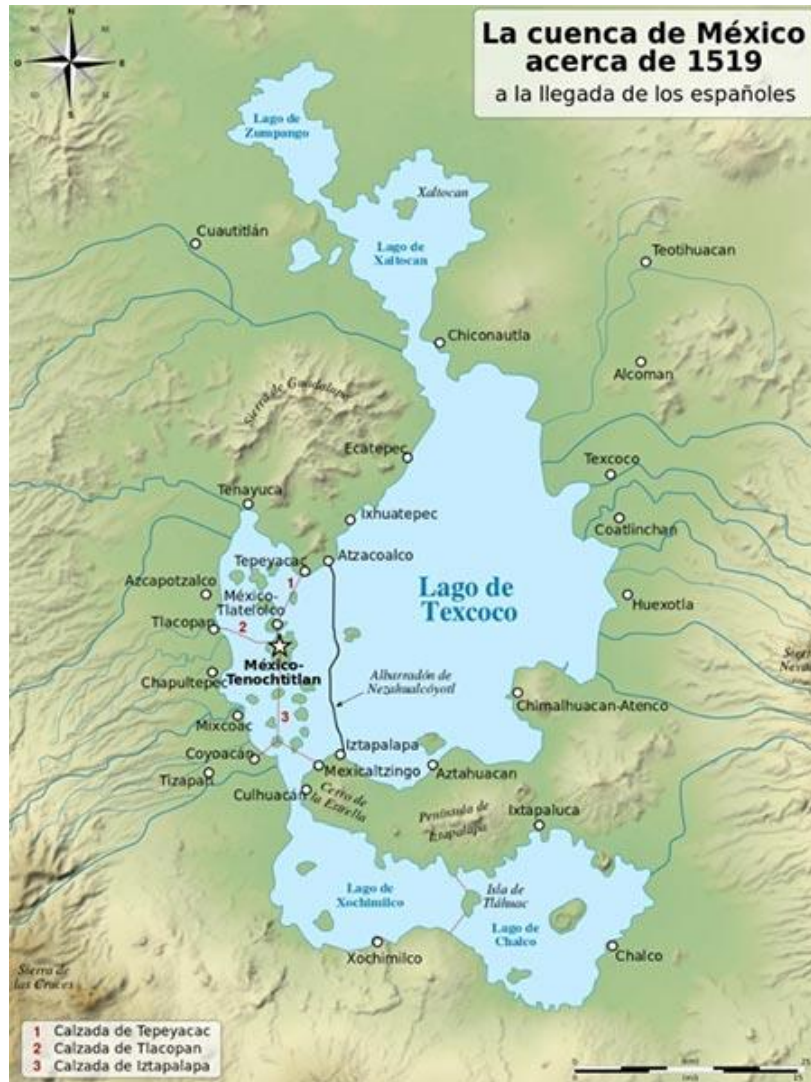


Imagen 4: Fuente: Artículo NEXOS. Investigador: Francisco Gallardo Negrete.

Años después de la ocupación hispana en el territorio de Tenochtitlan, en el año de 1449, se comenzó con la idea de desecación del Valle que ha prevalecido hasta nuestras fechas. Los historiadores sostienen la teoría de que <<para los colonizadores simbolizaba la conquista, en términos de

apropiación y modificación del territorio>>⁴ cuya perspectiva occidental, contrario a las civilizaciones del nuevo continente, no tenían arraigado el coexistir en armonía con la naturaleza ni el agua, si no solo la explotaban.

No obstante, se empleó el conocimiento que las civilizaciones tenían a cerca de su territorio para mantener la seguridad en estas ciudades. Los antiguos pobladores del lago de Texcoco poseían un plan para evitar las inundaciones por medio de diques ubicados estratégicamente. En el periodo colonial se hizo la reconstrucción varias veces en el mismo sitio. Ésta constante preocupación buscó una estrategia para olvidar la restauración de esa tecnología indígena catalogada como “poco confiable” y los virreyes optaron por encargarse proyectos para desaparecer la naturaleza de la cuenca endorreica y abrir el paso al agua con una vertiente al Golfo de México.

Se creó inicialmente la salida para secar el río Cuautitlán, por ser más caudaloso, y drenaría el lago de Zumpango. Posteriormente un canal abierto de 47.5 km que desemboca en un tajo a cielo abierto de 2.5 km.

A raíz de la expansión urbana, en 40 años dejó de ser una obra eficiente, con la duplicación de la población en sólo 10 años las calles en época de lluvias volvían a inundarse, por lo que se abrió una tercera salida artificial y se expandió el canal abierto.

Con éstos 3 proyectos se logró conducir el agua fuera de la cuenca, pero causando un gran impacto ambiental negativo, ya que no solo se drenaba el agua superficial, también se expulsaba la subterránea.

Se habla de un rompimiento en el equilibrio hídrico de la cuenca ya que el agua se extrae del subsuelo sin consideración de sus características físicas. Este territorio al haber sido lacustre está formado por arcillas compresibles, se ha ido asentando con la falta del volumen de agua que poseían originalmente, afectando a la construcción en general en la ahora Ciudad de México.

El crecimiento acelerado de la ciudad hace que cada vez mayor la demanda de agua extraída para consumo, lo cual se realiza

⁴ Musset, Alain. DE LA VIDA A LA MUERTE. ANTIGUAS TECNICAS DE LA CULTURA PARA EL VALLE DE MÉXICO. Ed. Recherche sur les Civilisations, Paris 1991.

mediante pozos acuíferos, ocasionando el hundimiento de 18 cm por año hasta 1948, y que en 1950 alcanzaba una cifra de 50 cm en algunas zonas.⁵ En general, se calcula que, en un ritmo promedio, la región que abarca la Ciudad de México y parte del Estado de México sufrió un hundimiento aproximado de 1m por cada 10 años durante el siglo XX.⁶

Esta situación se también está reflejada en los grandes cambios de la topografía de cada parte del Valle. Anteriormente <<Todos los colectores de drenaje tenían suficiente pendiente como para arrastrar su caudal hacia el túnel de Tequixquiac. Para 1950, como consecuencia del hundimiento, el gran canal ya había perdido la mayor parte de su pendiente>>⁷. Se sabe que la pendiente de cada calle <<era suficiente para que el agua de drenaje retrocediera en los colectores y durante los aguaceros no inundara las calles de la capital.>>⁸ Actualmente se ha perdido el diseño para desaguar la ciudad por medio de la gravedad en estas pendientes y debido al hundimiento del suelo se ha revertido su función, causando nuevos problemas de inundación que afectan gravemente a la población. Incluso con inundaciones por largos periodos de tiempo y alturas registradas hasta de 2m.⁹

Era natural que en el territorio <<el gran canal de desagüe produciría un gran contrapendiente. Inaugurado en 1900, el zócalo capitalino de encontraba 5m por encima del mismo.

En la actualidad, el zócalo de la Ciudad se encuentra 7m por debajo de la parte más alta del canal.>>¹⁰

Debido a las condiciones del relieve en la zona, se considera que la principal solución al abastecimiento es obtener agua de la explotación de mantos acuíferos subterráneos y podemos ver la gravedad, pues la ciudad en los últimos 100 años se ha hundido 10 metros al menos.

⁵ Registro en el suelo del Centro de la Ciudad de México. Legorreta, Jorge, "Agua de lluvia, la llave del futuro en el valle de México", en la Jornada Ecológica, año 5, núm. 58, 28 julio, 1997, p.3.

⁶ Op. Cit. Legorreta, Jorge.

⁷Perló C., Manuel. González R., Arsenio E. ¿GUERRA POR EL AGUA EN EÑ VALLE DE MÉXICO?. El exceso de agua que se transformó en escasez. Universidad Nacional Autónoma de México. 2º Ed. pág. 29-33..

⁸ Op. Cit. Perló C., Manuel. González R., Arsenio E. pág. 31.

⁹ Inundación registrarada en el Centro Capitalino por tres meses, Ibidem, p. 528.

¹⁰ Op. Cit. Perló C., Manuel. González R., Arsenio E. pág. 31.

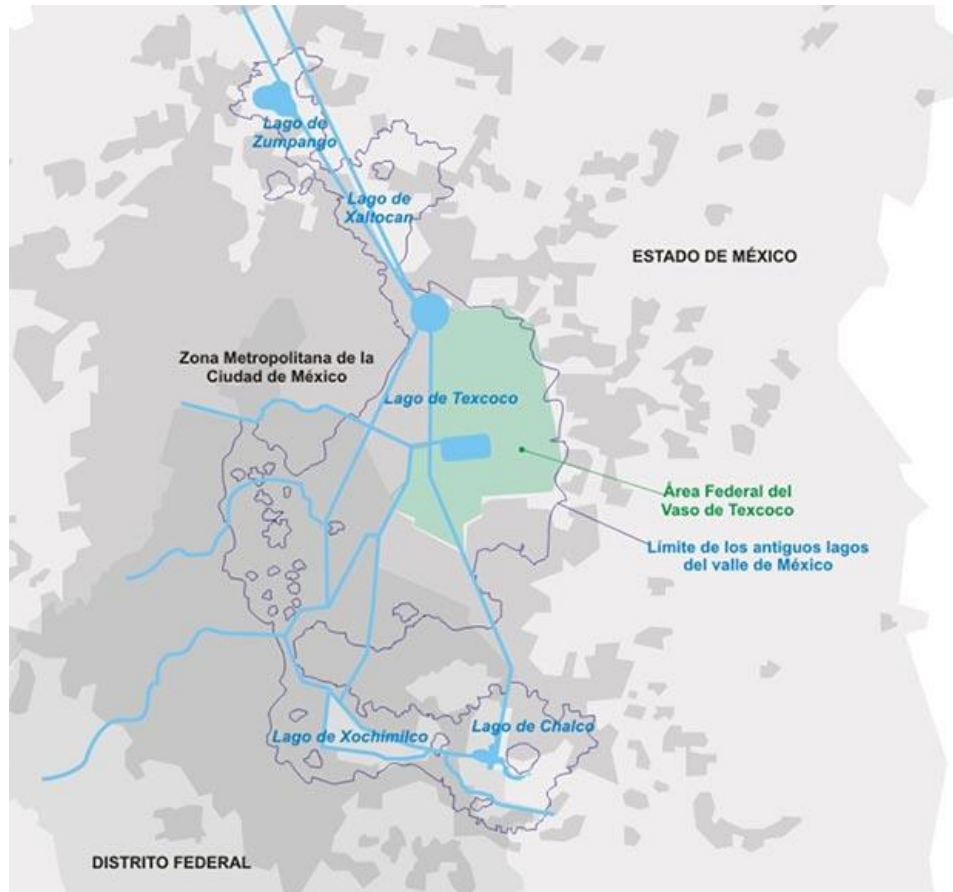


Imagen 5: Se contrasta la concentración de agua restante, con los límites de los lagos originales. Fuente: Artículo NEXOS. Investigador: Francisco Gallardo Negrete.

Las condiciones de la ciudad representan un obstáculo para que la explotación sea compensada con alguna forma de recarga. Se debe a factores como la pendiente modificada con el hundimiento y a las extensas superficies permeables, lo cual obstaculiza aún más la absorción del agua.

La Ciudad de México está entre las que tiene el tercer periodo más bajo de retorno de agua al subsuelo, solo después de dos regiones en el país con clima desértico, y que tiene una tercera parte de los acuíferos con sobreexplotación. Por ende, la implementación de un plan para filtrar una mayoría cantidad de agua sería ideal.

Situación de la calidad del Agua Superficial

Desde 1973, la Comisión Nacional del Agua realiza mediciones para determinar la calidad de los cuerpos principales en el país. En la Ciudad de México se instalaron sitios con monitoreo ubicados en zonas con alta influencia antropogénica. La escala de clasificación de calidad del agua se muestra en el siguiente mapa (imagen 6).

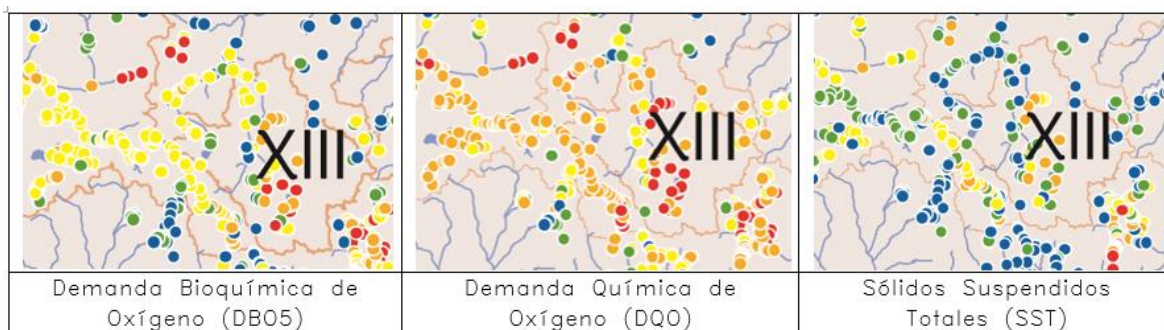


Imagen 6: Resultados de los sitios de monitoreo en Agua superficial para la Región del Valle de México. Se observan los límites de la ciudad.

Fuente: Datos Estadísticos del Agua SEMARNAT 2016.

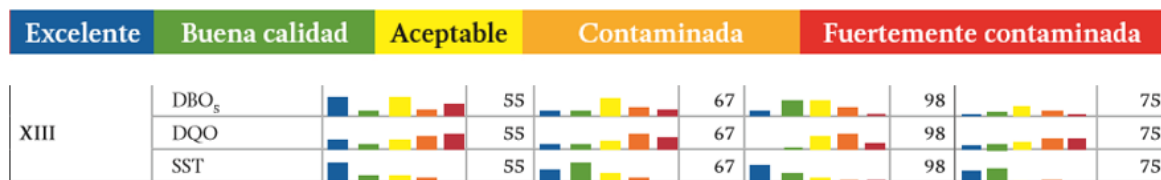


Imagen 7: Criterios de Evaluación y promedios del año 2016. Fuente: Datos Estadísticos del Agua SEMARNAT 2016.

La DBO₅ (Demanda bioquímica de Oxígeno) corresponde a la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar totalmente la materia orgánica biodegradable. Es el indicador principal para definir si un cuerpo de agua está contaminado con materia orgánica o no. El valor considerado como el límite máximo permitido para la protección de la vida acuática corresponde a 30mg/L, muy por encima de los resultados obtenidos en la medición a los cuerpos de agua en el Valle de México.¹¹ Los números obtenidos están dentro del

¹¹ La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016, Pag 245.

rango naranja (DBO5 de 30–120mg/L) que lo cataloga: Agua Contaminada con descargas de aguas residuales crudas.¹²

La DQO (Demanda Química de Oxígeno) es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica. El resultado obtenido para la Ciudad de México en promedio entra en el rango Naranja (DQO de 40–200mg/L) que lo cataloga como: Agua Contaminada con descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.¹³

En la interpretación de los resultados del año 2016 para los SST (Sólidos suspendidos totales) existe un cambio de fase que llevó de la fase verde (SST de 25–75mg/L) interpretada como Buena Calidad (Agua con bajo contenido sst que favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto), se convirtió en fase amarilla (SST de 75–120mg/L)¹⁴ clasificada como aceptable pero con indicios de contaminación, con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente, condición regular para peces, riego agrícola restringido.

En este análisis (imagen 6) se muestra que la zona de la metrópoli tiene una importante contaminación, principalmente en Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) debido a la gran presencia de organismos contenidos en el agua residual. Éstos utilizan la materia orgánica para reproducirse y para obtener energía.

Existe otro parámetro para determinar la cantidad de estos desechos en el agua: indicadores de concentración de coliformes fecales, donde en 2003 más de la mitad de los sitios de monitores se registraron por arriba del límite de 1000 NMP¹⁵/100ml que las clasifica como inadecuados para el uso recreativo de contacto primario.¹⁶

¹² Rangos del Compendio de Estadísticas Ambientales 2010. Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2008. Consulta marzo 2019.

¹³ Op.cit Rangos del Compendio de Estadísticas Ambientales 2010. Semarnat

¹⁴ Op.cit Rangos del Compendio de Estadísticas Ambientales 2010. Semarnat

¹⁵ *Número más probable de microorganismos en 100ml de agua.

¹⁶ Información de Op. Cit. La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016, Pag 246.

Efecto de la urbanización en el agua en la Ciudad de México.

Con los datos estadísticos previos podemos notar la gran problemática que se ha presentado en la ciudad y que constituye un desafío nacional debido a los niveles de población que se han concentrado en gran cantidad en el valle de México. Este problema ha resaltado al analizar la expansión urbana durante los años, como muestra la imagen 8.

La Ciudad de México es un claro ejemplo del crecimiento exponencial en pocos años y las problemáticas que esto conlleva, sobre todo en el ámbito de abastecimiento de recursos a la población y el mantenimiento de la ciudad.

Resaltan los casi cinco siglos en que se ha mantenido una lucha para evitar las inundaciones en el territorio por su carácter endorreico. Reconocidas obras hidráulicas se generaron para responder a este problema.



Imagen 8: Comparativa de millones de habitantes y hectáreas de ocupación.

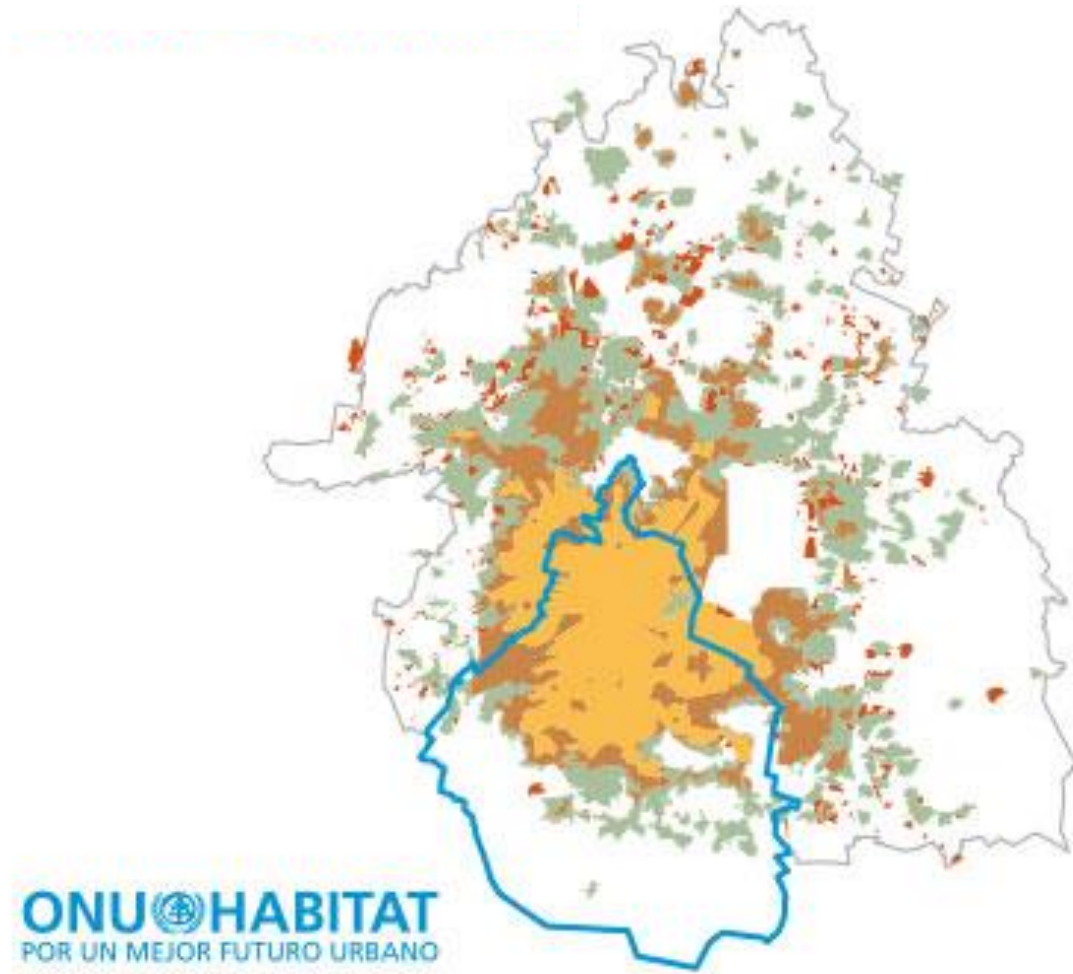


Imagen 9: La huella urbana de la Ciudad de México de 1980 a 2017. Mapa con referencia a la comparativa anterior. Fuente: Organización de las naciones unidas.

Ante el panorama de las afectaciones que surgieron por las inundaciones, en el año 1960 se planificó un sistema de bombeo para evacuar el agua residual fuera del Valle de México, todo esto a través del tajo de Nochistongo. Se instalaron en los años posteriores 79 sistemas de bombeo en la Ciudad de México y 122 en el Estado de México.

Con el acelerado crecimiento, en solo unos años fue un sistema insuficiente y se requería que no fuera afectado por el hundimiento del suelo; un sistema que no necesitara bombeo. Se optó por la construcción de una cuarta salida artificial, se diseñó entonces el sistema de drenaje profundo.

Este sistema se formó por dos etapas iniciales, la primera etapa consistía de un túnel de 60 km, con una profundidad

de 200m que condujera el agua residual y agua pluvial con una capacidad de hasta 200 m²/s. En la segunda etapa se realizó una prolongación de 5.5km y una intercepción del centro-poniente de 16.5km. Con el paso de los años, el sistema ha ido conectando a la ciudad hasta formar la red que actual. La situación que resulta con esta red es que el agua se emplea en los cultivos de la periferia, la cual recibe un tratamiento para evitar que la población continúe excavando pozos para riego; sin embargo, esta situación no elimina la preocupación por que el agua contenga elementos nocivos para la salud.

La composición de las aguas pluviales

En la Ciudad de México, se estima un nivel de contaminación medio para la lluvia, registra mayor concentración de contaminación la lluvia que cae en los primeros 3 minutos.

El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos de la superficie, petróleo y productos químicos orgánicos.¹⁷ Los principales microorganismos encontrados en los estudios reflejan el contenido de microorganismos y metales pesados como aluminio, cadmio y plomo, zinc, níquel, arsénico, entre otros. Además, cuando la lluvia es acompañada de truenos éstos irradian amoníaco, que, aunado a la radiación y a las condiciones atmosféricas, se convierte en amonio.¹⁸

El origen se debe a la industrialización y alta densidad poblacional, pues tienen efectos adversos en la química del agua pluvial al remover partículas y gases emitidos de la atmósfera. Las fuentes principales de estas partículas pueden ser naturales por actividad volcánica, o antropogénicas como las emisiones vehiculares e industriales.¹⁹

Como consecuencia, se clasifica para el agua pluvial como no apta para contacto primario o consumo, al punto en el que

¹⁷ Op. Cit. Top Ozono. Publicación del sitio web para EDAR.

¹⁸ Información del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM. Publicación del DGCS en el boletín oficial del 15 de octubre del 2018.

¹⁹ Entrevista a Rocío García Martínez, del CCA de la UNAM. Para el boletín oficial del 15 de octubre del 2018.

se considera que la población puede enfermarse al estar bajo la lluvia, no por el cambio de temperatura corporal, sino por las bacterias y elementos químicos dañinos.

Igualmente, se ha comprobado que el agua pluvial con esta condición deposita contaminantes en la superficie terrestre generando un impacto negativo en la calidad de suelos, agravando el daño que ya le causan las condiciones atmosféricas.

La composición de las infiltraciones al subsuelo o la captación que se podría hacer del agua pluvial igualmente dependerá de la naturaleza de las aguas y lo que el flujo en tierra tomará consigo, creando así una afectación a aguas subterráneas.

CAPÍTULO II: NORMATIVIDAD APLICABLE DEL AGUA EN LOS EDIFICIOS.

Para hablar de las regulaciones existentes en la actualidad, hay que mencionar las diversas clasificaciones que se hacen, pues existen grandes diferencias entre los puntos que se obligan a cumplir y los puntos que se consideran únicamente sugerencias.

Los encargados de definir estos parámetros, mediante la participación en foros para acuerdos son organizados por la Secretaría de Economía y organismos internacionales como son Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y en el caso de la construcción, la Organización Internacional de Normalización (ISO).

La importancia de estos lineamientos es muy alta, pues las normas establecidas a nivel internacional han impactado y transformado condiciones enteras dentro en las legislaciones internas de países, promoviendo la activación de derechos humanos, mejorando los procesos de obtención de materias primas con mayor ética y aminorando el impacto ambiental negativo; esto al orillar a los productos, procesos o servicios a cumplir con estándares de calidad garantizada.

Las normas o **Lineamientos internacionales/ Normas extranjeras** son documentos normativos emitidos por un organismo público o privado relacionado con la materia y reconocido oficialmente.

La normalización entonces es un documento que representa la consolidación del conocimiento a través de consultas realizadas a expertos de una rama o actividad productiva, en la que se consideran las mejores condiciones deseables para los sectores interesados como fabricantes, usuarios y gobierno.

En México, las normativas internas se encuentran divididas en 3 categorías, las cuales son:

1. **Normas Oficiales Mexicanas (NOM):** Son las regulaciones técnicas de observancia **obligatoria** expedidas por las dependencias competentes.

2. **Normas Mexicanas (NMX):** Son las sugerencias o recomendaciones de calidad, una serie de reglas para uso común.
3. **Normas de Referencia (NRF):** que son aplicadas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos.

Normativas Nacionales Vigentes

A continuación, se enlistan las tablas correspondientes a las normas, clasificadas según su tema en el agua. La clasificación incluye lineamientos para agua potable, subterránea, reciclaje o reúso y para el mobiliario y contiene normatividad de CONAGUA y SEMARNAT.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

Agua Potable

NORMA	TEMA	FUNDAMENTO	Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA
NOM 012-SSA1-1993. REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO PUBLICOS Y PRIVADOS		El control de la calidad de agua como clave para reducir los riesgos de enfermedades en la población por su consumo	Las obras de captación, tanques de almacenamiento o regulación, plantas potabilizadoras y estaciones de bombeo.	Protección contra desechos sólidos, líquidos o excretas y el paso de animales. Acceso sólo a personal autorizado.	Mediante cercas de mallas de alambre o muros con la altura y distancia suficiente que impida la disposición de desechos Losa de concreto, canerías, contracunetas o canales de desviación con la concavidad suficiente Sellos impermeables en juntas y uniones de instalaciones, equipos y estructuras, así como en fisuras o fracturas cuando éstas se presenten
			Áreas interiores de estaciones de bombeo y plantas potabilizadoras	Protección de dispositivos de ventilación (rejillas, tubos o ductos) de todas las estructuras que almacenen agua	Colocar tela tipo mosquitero o similar
Norma ISO/CD 5667-11-2006 Límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano		Límites permisibles de características bacteriológicas, físicas y organolépticas, características químicas, radiactivas	Los edificios o casetas destinados al almacenamiento y aplicación de desinfectantes	Aseo constante Utilización de los colores según los códigos para diferenciar las instalaciones Mantenimiento	Los pisos, lambrines y paredes, deben ser recubiertos con materiales que permitan fácil limpieza. Mantener el piso seco y ventilación adecuada
			Los sistemas de abastecimiento	Tanques y cárcamos abastecedores cubiertos Ubicación de las redes de abastecimiento	Con ductos de ventilación en forma de codo invertido, pendiente min. De 1% de cubierta colectora y caja de sedimentos, registros de acceso y tubos para desfogue. No cercano a la instalación de alcantarillado
			Tratamientos para la potabilización del agua	públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya	

Tabla 2: Resumen de Normativas de Agua Potable. Elaboración Propia

Agua Subterránea

NORMA	TEMA	FUNDAMENTO	ESPECIFICACIONES	REQUERIMIENTOS	ARQUITECTURA
NOM-015-CONAGUA-2007	Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.	Aprovechar el agua pluvial y de escurrimientos superficiales para aumentar la disponibilidad de agua subterránea a través de la infiltración artificial	Calidad del suelo La infiltración del agua	Áreas propensas a deslaves o con pendientes abruptas e inestables	requieren obras de ingeniería previas para estabilizar el terreno
				Terrenos contaminados previamente	se requiere la remediación en forma con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
NOM-004-CNA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general	Proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea en forma temporal o definitiva	Los pozos	no puede afectar a obras ajenas ni afectar la calidad de agua nativa	
				No se podrá realizar la disposición al suelo o subsuelo de aguas residuales ó pluvial sin tratamiento	La distancia mínima entre el fondo del pozo y la superficie freática será de cinco metros
				MONITOREO DE LA CALIDAD	Mantener una bitácora de los resultados del muestreo y las pruebas aplicadas por los laboratorios, antes y después de dispositivo de cierre manual o automático en la entrada
NOM - 014 - CONAGUA 2003	Requisitos para recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada	es aplicable a obras planeadas de recarga artificial tanto nuevas como existentes	Sistemas de recarga	Los pozos de infiltración	Áreas libres de residuos sólidos o líquidos el área de captación de agua pluvial y las zonas por donde transite el escurrimiento superficial
				Pozos, Azoteas, Tejados y Techumbres	perforaciones para extracción de agua
				usos diferentes a la extracción de agua	
				directos	
				superficial	

Tabla 3: Resumen de Normativas de Agua Subterránea. Elaboración propia.

Reutilización del agua

NORMA	TEMA	FUNDAMENTO	Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA
NOM-003-SEMARNAT-1997	Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público	Proteger el medio ambiente y la salud de la población.	Límites máximos de contaminantes en el agua	Material flotante	El agua reusada no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles.
NOM - 127 - SSA1 - 1994	Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.	Salud ambiental, agua para uso y consumo humano—	Características del agua. Potabilización del agua	La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular	debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.
NOM-002-ECOL-1996	los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.	características del agua	temperatura	menos de 40° Celcius
				Libre de materia flotante	Filtración requerida
				Cantidad Limitada	Calculo adecuado para no generar perjuicio al drenaje existente de la urbanización, así como la posibilidad de cooperar para el mejoramiento de las instalaciones.

Tabla 4: Resumen de Normativas de Reutilización de Agua. Elaboración Propia

Muebles sanitarios

NORMAS	TEMA	FUNDAMENTO	Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA
NOM-001-CONAGUA-2011	SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA	Establecer las condiciones de operación y mantenimiento para garantizar una vida útil suficiente de los sistemas de agua potable, toma	ASEGURAR LA HERMETICIDAD DE LAS TUBERIAS	Prellenado de tuberías prueba hidrostática y medición	Para probar la tubería de los diferentes materiales y clases se utilizará una presión de 1,5 veces su presión de trabajo. Reporte dentro de los parámetros
NOM-009-CONAGUA-2001	Establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros.	Con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico	Inodoros	tuberías que empaten características físicas del inodoro Pruebas físicas	Alturas requeridas para inodoros de adulto y de niño Grosor, descripción de dimensiones y cualidades físicas aceptables y descripción de defectos mediciones de desalojo de material de prueba
NOM-005-CNA-199	Uso adecuado y especificaciones de los fluxómetros, pruebas de calidad y anti fugas	Uso de fluxómetros como elemento de control de agua	Fluxómetros	Uso de elementos ahorradores	ajustar la tubería (1") así como volúmenes de descarga y tiempo para ahorro de agua Verificar que no existan fugas

Tabla 5: Resumen de Normativas para Muebles Sanitarios. Elaboración Propia

Normativa de Programas de Certificación Nacional

IMEI: PREMIO NACIONAL AL EDIFICIO INTELIGENTE Y SUSTENTABLE 2017

El programa de certificación evolucionó a ser únicamente un reconocimiento que se celebra anualmente, en el que las construcciones ya construidas presentan e inscriben sus proyectos al jurado, entregando información de todo tipo de ingenierías y tecnologías.

A partir de esto se hace una selección de los mejores proyectos y compiten para ser el primer lugar. La retribución consta con una suma monetaria por proyecto general o por ingeniería.

PCES/ PAAS– PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

El Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), es un programa impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal que como objetivo central buscaba la incorporación de sistemas y tecnologías de eficiencia en el uso de los recursos (agua, energía eléctrica, gas) y la reducción en la generación de emisiones contaminantes (gases y desechos sólidos y líquidos). Cabe señalar que este programa no es de carácter obligatorio.²⁰

En esta certificación se incentivaba el uso de tecnologías ecoeficientes y de energías alternativas en los sectores industriales, comerciales, servicios, y vivienda.

Se realizaba una evaluación a las edificaciones ya existentes o nuevas que quieran formar parte del programa y de encontrarse en conformidad con los lineamientos del PCES se podían obtener incentivos fiscales, como descuentos sensibles en el pago del predial.

Los beneficios que se obtenían:

- Reducir hasta en un 30% el consumo de energía eléctrica.
- Reducir hasta en un 50% el consumo de agua.
- Reciclar en 100% las aguas negras (saneamiento)

²⁰ QS MEXIKO.MX

- Reducir hasta en un 35% el consumo de gas (calefacción y agua caliente)
- Obtener incentivos fiscales en el pago de Predial.
- Reducir hasta en un 30% las emisiones de CO₂.
- Retorno de la inversión en tecnologías de ahorro y eficiencia energética.
- Plusvalía de la propiedad
- Incremento de la productividad personal
- Mejoramiento de las condiciones de salud y bienestar ocupacional

Posteriormente el programa evolucionó a PAAS, pasando a ser una auditoría ambiental de autorregulación de la Secretaría del Medio Ambiente, dirigido a transformar y adaptar las edificaciones en las etapas de diseño, construcción, renovación y operación bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental. En el cual se analizaba de manera integral respecto de la contaminación, riesgo y desempeño para establecer las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger los recursos y el ambiente. Aplicaba para edificaciones de uso habitacional y oficinas.>>²¹

Consultando noticias en la actualidad y desde años anteriores, se aprecia que el programa no tuvo una gran aprobación ni utilización, debido a que constaba de una gran dificultad y duración cualquier tipo de trámite dentro de la burocracia, y que así mismo el sistema no se consideraba transparente a la sociedad, comenzando por las concesiones que el gobierno otorgó a empresas privadas para efectuar los análisis.

²¹ Web TorreMayor.com

Normatividad Programa de Edificación sustentable (CDMX)

Actualmente se encuentre con vigencia esta normatividad que propone un modelo de una edificación sustentable, mediante establecer los lineamientos mínimos con los que debe cumplir para ser catalogado como una edificación Sustentable.

Estos lineamientos se proponen en forma a las Normas Oficiales Mexicanas y al plan de desarrollo actual.

NORMA	TEMA	FUNDAMENTO	Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA
NMX-AA-164-SCF1-2013 Normas Mexicanas de la Edificación Sustentable.	EDIFICACIÓN SUSTENTABLE CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS	Las practicas básicas requeridas para considerar una Edificación sustentable	Ubicación de un edificio Sustentable	No excedan la capacidad de dotación de agua y energía de la ciudad y su región	Que no requieran obras de nueva infraestructura para su dotación.
				Que cuenten con un plan de desarrollo gubernamental vigente.	Apegarse a las políticas del suelo
				Afectación al entorno	Formula para calcular entorno al tipo de vegetación existente.
				nuevas obras	que contribuyan a la regeneración urbana
			Distribución de Áreas	Area libre	El porcentaje de áreas libres debe ser mayor al valor mínimo establecido en la regulación local en un 10 % sin contar áreas de estacionamiento.
				Áreas permeables	Ser de uso común para usuarios y visitantes
					Permitir la infiltración de agua a los mantos acuíferos
					Destinar 30 % a áreas verdes
				Los estacionamientos	No sumar área de desplante adicional a la de la edificación
					Contar con una superficie permeable que asegure el correcto tratamiento de los escurrimientos pluviales para evitar la infiltración de contaminantes
50% de areas libres, pavimentos y estacionamientos con 5 horas de sombra al día					

Tabla 6: Resumen Lineamientos del Edificio Sustentable. Elaboración propia

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> NMX-AA-164-SCF1-2013 Normas Mexicanas de la Edificación Sustentable. EDIFICACIÓN SUSTENTABLE CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS Las practicas básicas requeridas para considerar una Edificación sustentable </p>		Materiales	Techos	Se puede cubrir el 100 % de la superficie de los techos de la edificación con materiales con un IRS superior a 78 en techos planos o con una inclinación menor a 60 ° y de 29 o más en techos con una inclinación mayor a 60 °.
				O bien, tener una azotea verde naturada en el 50 % de la superficie
			Fachada	Si en la fachada hay una superficie de más de 20 m2 o que represente más del 30 % de la superficie que provoque deslumbramientos
		Agua Potable	Instalaciones	Uso de materiales con aprobación y cumplimiento de las NOM
			Abastecimiento Subterráneo (pozos)	Ahorro hidráulico final de mínimo 20% comparado con una edificación equivalente
			Abastecimiento Superficial	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuí-feros.
		Captación de agua lluvia	Abastecer al menos el 5% del consumo anual de agua potable	Protección de los caudales máximos y mínimos históricos, las obras civiles y operación
			Utilización de agua lluvia	Para reducir el 25% mínimo de la descarga pluvial de la edificación calculada para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de 2 años y con una duración de 24
			tratamiento	para promover su infiltración local para la recarga de acuíferos NOM- Poseer una red de distribución para usos no potables, tales como riego de áreas verdes, descargas sanitarias, lavado de patios o autos, entre otros
		Aguas Residuales	Hasta un 30 % de las aguas residuales se pueden enviar al alcantarillado público	cumplimiento de la norma NOM-127-SSA
				deben cumplir con los límites permisibles de contaminantes que establece la normatividad vigente
			Edificaciones mayores a 2500m2	El resto se envía a una planta de tratamiento para su uso posterior en riego, uso en excusados y otros fines
			Protocolos de seguridad	debe contar con una planta de tratamiento de aguas residuales y un sistema de tratamiento de lodos y/o un contar con una empresa certificada que se encargue de su recolección y tratamiento
				La instalación que suministre agua tratada debe estar debidamente señalada para facilitar su uso de manera segura y evitar la ingesta accidental

Normativas de Referencia Internacional

Lineamientos LEED Water Management

Sistemas de riego

Reducción de mínimo 50% de uso de agua potable, comprobable, en comparación con un sistema convencional.

- Se debe proveer la información de los sistemas empleados, y de sus componentes, proveniente del fabricante.
- Debe ser agua suministrada con un contenido admisible de contaminantes, no dañino para la salud.
- El agua suministrada debe provenir de la captación de agua pluvial o bajo la práctica de reciclaje de agua.
- El sistema debe estar compuesto por emisores de goteo de bajo grado, controlados por sensores de humedad. No se permitirán controles de temporizador.
- Incluso cuando el riego de jardines es suministrado por agua de lluvia y / o aguas grises, los sistemas de riego deben ser lo más eficientes posible para minimizar la necesidad de agua potable de respaldo y hacer que esas fuentes alternativas estén disponibles para otros usos, como el lavado de inodoros.
- Revisión de naturaleza empleada en el diseño del paisaje, densidad y microclima generado.

Sistemas de recolección de agua lluvia

Obtención de agua de calidad mediante el intento de réplica del ciclo natural hidrológico de la región a la que corresponde el proyecto.

- Recolección del 95% de las lluvias eventuales
- Utilizar un sistema de bajo impacto ecológico
- Utilizar un sistema automatizado de medición de acuerdo al EPA (Environmental Protection Agency)
- Por el logro de purificación del agua en un 98% se premia por el ciudadano a la salud
- La mejora en el manejo del agua con el paso del tiempo.

Accesorios y Muebles sanitarios

- Deben ser ahorradores de agua, de mínimo 40% menos que el agua calculada para el edificio con los sistemas tradicionales

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

- Deben incluir hojas sueltas del fabricante para todos los accesorios y accesorios de plomería que consumen agua (inodoros, urinarios, grifos, cabezales de ducha, etc.) resaltando las tasas de flujo máximo y / o las tasas de descarga. I
- Incluir dispositivos automáticos de control de gasto.
- Las tasas de flujo y descarga no deben exceder lo siguiente:
 1. Inodoros: no más de 1.3 galones por descarga; de lo contrario, ser de doble descarga 1.6 / 0.8 galones por descarga
 2. Mingitorios: no más de 0.125 galones por descarga.
 3. Grifos de lavabo: 0.5 gpm con controles automáticos de grifería
 4. Lavabos del fregadero de la cocina: 2.2 gpm
 5. Cabezales de ducha: no más de 1.5 gpm
 6. Estos muebles sanitarios, se sugiere que tengan un patrocinio de la EPA (Environmental Protection Agency) los cuales se identifican por un sello de Water Sense.



Reutilización de agua

- Se requiere la información del sistema empleado y la cantidad de agua que se está reutilizando, justificado por el número de litros que utilizan los muebles conectados.
- El uso de aguas grises para descargar inodoros, es fundamental para el ahorro de agua requerido (40%) o proporcionando tratamiento de aguas residuales en el sitio.
- Si mediante éste método se obtiene una disminución de más del 40% de agua potable, puede utilizarse para solicitar un punto de innovación.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

NOR MA	FUNDA MENTO	Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA
LEED	Garantizar la reducción y la creación de un impacto positivo.	AGUA POTABLE	Reducción de mínimo 50% de uso de agua potable,	comprobable, en comparación con un sistema convencional
		AGUA LLUVIA	RECOLECCIÓN DEL 95% DEL AGUA IN SITU DE LLUVIA	IMPLEMENTAR MECANISMOS DE MEJORA
				Por el logro de purificación del agua en un 98% se premia por el ciudadano a la salud
		AGUA GRIS	Reutilización de Agua	El uso de aguas grises para descargar inodoros, es fundamental para el ahorro de agua requerido (40%) o proporcionando tratamiento de aguas residuales en el sitio
				Accesorios y Muebles sanitarios
AREA LIBRE	AREA LIBRE EN PROYECTO	25%		

Tabla 7: Resumen Lineamientos Leed. Elaboración propia.

CAPÍTULO III: EL AGUA EN EDIFICACIONES

El agua es un componente fundamental para el aseo personal de los usuarios, aseo de la edificación, riego, etc. Una diversidad de actividades humanas la requieren. Debido a esto, la necesidad del consumo en una edificación se puede calcular dependiendo del uso que se tiene, la cantidad de usuarios y el área de construcción.

Abastecimiento de agua potable

El agua que se utiliza en la Ciudad de México proviene de tres fuentes: 71% de aguas sub-terráneas, 26.5% del Río Lerma y Cutzamala y 2.5% del Río Magdalena,

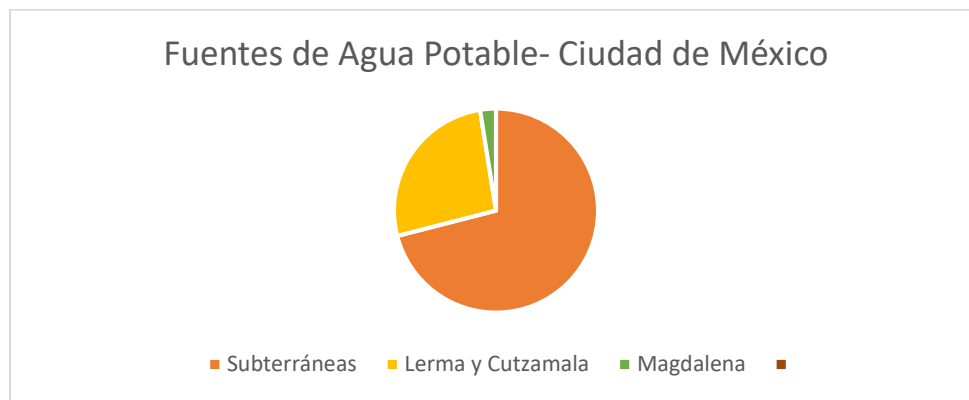


Imagen 10: Fuentes de Abastecimiento para la Ciudad de México. Elaboración propia. Fuente UNAM

De esta forma la principal fuente de abastecimiento la constituyen los mantos acuíferos. 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 cantidad que se infiltra.

Anualmente el acuífero se recarga con cerca de 700 millones de metros cúbicos, pero son extraídos 1 300 millones, es **decir por cada litro de agua de recarga se extrae casi el doble**. Los procesos de deforestación, la expansión urbana hacia sitios de recarga de acuíferos y la canalización de las aguas pluviales al drenaje indican que este desequilibrio se profundizará. Además, las expectativas de una explotación más racional y de la recarga del acuífero resultan todavía inciertas.²²

²² El agua en la Ciudad de México. Revisa Ciencias UNAM.

Sistemas hidráulicos

El suministro de agua se da a través de instalaciones hidráulicas <<se puede definir como el conjunto de tuberías, muebles, accesorios (válvulas, codos y conexiones) y equipos (calentadores, bombas, hidroneumáticos) unidos para llevar a cabo el suministro de agua fría y caliente a una edificación>>²³

Se requiere un criterio de análisis para la elección del sistema de abastecimiento basado en los siguientes aspectos:

- Continuidad del servicio
- Seguridad de funcionamiento
- Bajo costo
- Mínimo mantenimiento

Así mismo por el número de usuarios que requerirán abastecimiento, el uso final de la edificación y su altura máxima permitida.

Fuentes de Abastecimiento de la Exterior al Edificio

El sistema empleado en el suministro de agua potable es un procedimiento dependerá de las fuentes de abastecimiento. Es un sistema diseñado para captación y suministro de agua, mediante estructuras de almacenamiento y regularización, tuberías y conectada a la toma de agua domiciliaria de la ciudad.

Podemos obtener agua potable de varias formas o sistemas, esto depende de la fuente de abastecimiento, como son, en la Ciudad de México:

A) Agua de lluvia: <<Es almacenada en aljibes. Depósito destinado a guardar agua potable, procedente del agua de lluvia, que se recoge mediante canalizaciones, por ejemplo, de los tejados de las casas. Normalmente se construye subterráneo, total o parcialmente. Suele estar construido con ladrillos unidos con argamasa. Las paredes internas suelen estar recubiertas de una mezcla de cal, arena, óxido de hierro, arcilla roja y resina de lentisco,

²³ (Ptolomeo UNAM) INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA. A4 Pág.1

para impedir filtraciones y la putrefacción del agua que contiene.>>²⁴

B) Agua subterránea. En la Ciudad de México, el 71% del agua que requiere la ciudad es captada a través de pozos o galerías filtrantes y conducida por el sistema de abastecimiento.

Tipos de abastecimiento y distribución interior

Directo

Se trata de la conexión directa de los muebles sanitarios con la red municipal para el suministro de agua, sin requerir o estar de por medio un elemento de almacenamiento. Este sistema de abastecimiento es para edificios de muy poca altura únicamente y poco utilizado debido al reglamento actual.

Por gravedad

Sistema de abastecimiento que cuenta con un tanque de almacén en la parte alta de la construcción, el cual es llenado por el aumento natural de la presión del abastecimiento regular. Posteriormente el agua que se requiera en los muebles sanitarios se distribuye por fuerza de gravedad. No es adecuada para edificios de gran altura por el nivel de agua requerida.

Combinado

Cuando la presión en el agua no es suficiente para subir al tanque de almacén, se opta por tener dos tanques de almacenamiento. Uno en la parte baja y otro en la superior de la edificación. El primer tanque recibe el agua de la toma y por medio de un sistema auxiliar se eleva para su posterior distribución por gravedad en la edificación.

Se requiere una distancia de 2 metros mínimo desde el fondo del tanque hasta la primera salida de agua. Éste sistema es utilizado para edificios con altura de uso doméstico principalmente.

Desventajas

²⁴Pérez Morales, Guillermo M en C. APUNTES DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS. Facultad de Ingeniería civil de la Universidad de Michoacán UMSNH. Pág.8

Los últimos niveles la presión del agua es muy reducida y muy elevada en los niveles más bajos, principalmente en edificaciones de considerable altura. La solución es aumentar la distancia entre la primera salida del agua y el fondo del tanque.

Por presión

Es el sistema con mayor complejidad y sus componentes principales dependerán principalmente de << las características de las edificaciones, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, simultaneidad de servicios, número de niveles, números de muebles, características de estos últimos, etc.>>²⁵

Sistema de Agua Potable

En las edificaciones se requiere el abastecimiento del agua en dos temperaturas principalmente, para ésta situación se consideran las instalaciones separadas por temperatura, para agua fría y caliente.

El siguiente esquema ejemplifica el funcionamiento y conexión del sistema de abastecimiento de agua fría y del sistema de abastecimiento de agua caliente.

²⁵ Pérez Morales, Guillermo M en C. APUNTES DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS. Facultad de Ingeniería civil de la Universidad de Michoacán UMSNH. Pág.8

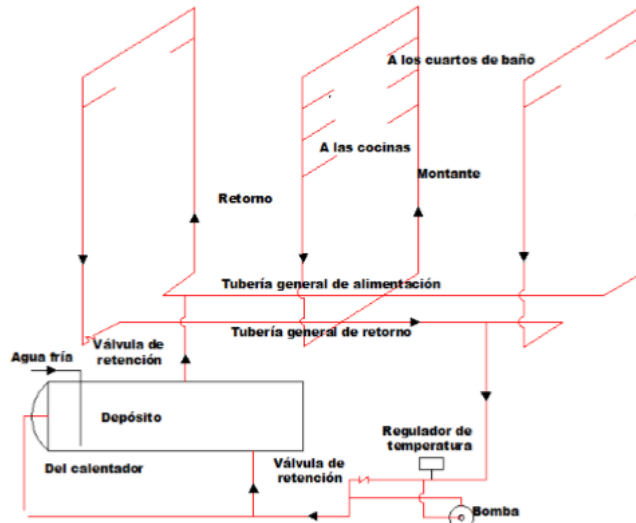


Imagen 11: Sistema de Agua Caliente. Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios Medellín.

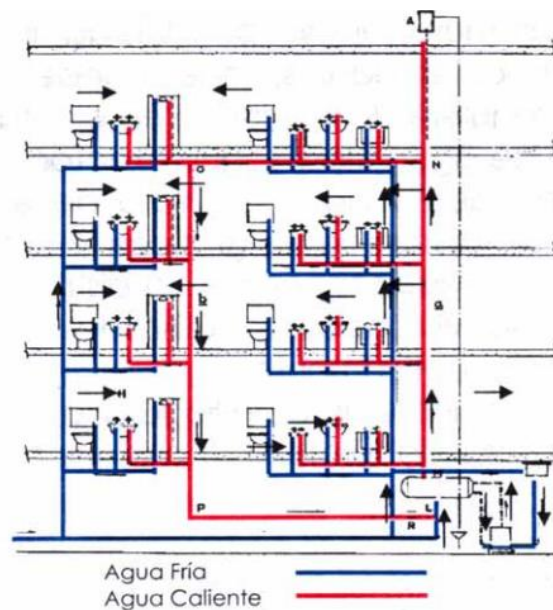


Imagen 12: Esquema de Instalaciones Fría y Caliente. Fuente: Rodríguez Avial, Mariano. Instalaciones Sanitarias para edificios.

Materiales

Las instalaciones de agua potable, fría y caliente, precisan de materiales muy resistentes al impacto y a la vibración, entre los cuales se encuentran el P.V.C. y el hierro galvanizado, entre otros.

Tuberías exteriores:

Tubería de hierro galvanizado

Debido a la alta resistencia a los golpes, proporcionada por su estructura interna propia y por las gruesas paredes de los tubos y conexiones hechas con este material.

Ideal para:

- Servicio de agua caliente y fría económicas
- Instalaciones a la intemperie.
- Sistemas de riego o suministro de agua potable en donde esté en contacto directo y en forma continua con el agua y la humedad. En estas aplicaciones es necesario que se proteja la tubería con un buen impermeabilizante.

Tuberías interiores:

Tubos de acero roscado

- Acero galvanizado: Para agua fría y caliente, principalmente se aplica en tramos largos en edificios e industrias. Costo Elevado
- Acero negro: Para agua fría y caliente, con mayor grado de deterioro.
- Bronce: Para agua fría y caliente, es fácil de manipular y larga duración. Alto costo.

Tuberías de P.V.C

Para la conducción de agua fría, caliente, drenaje pluvial, drenaje sanitario y energía.

Facilidad de instalación y manipulación y no requiere soporte estructural pesado, es fácil de maniobrar por equipo liviano y requiere menos personal para su instalación. Ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto.

Sistema de Desagüe o Sanitario— Aguas Negras

Las instalaciones sanitarias en edificios constituyen el punto de contacto entre los servicios y el usuario y es donde deben cumplirse todos los requerimientos técnicos para sanidad. Un diseño defectuoso de una instalación ocasionar, no solo desperdicios, sino, peligro de contaminaciones bacterianas.

Consecuentemente, un diseño deficiente o una instalación defectuosa puede ocasionar escapes en el sistema que constituyen una amenaza para la salud, ya sea por contacto directo con las personas o por contaminación de las aguas de abastecimiento.

Objetivo: Eliminar los desperdicios líquidos y descargarlos en las alcantarillas o en la planta particular de eliminación y tratamiento.

Un buen diseño debe impedir que el agua usada regrese hacia los tubos de conducción de agua potable. Asimismo, llenar las siguientes funciones:

- Eliminación rápida de desechos, con la mínima posibilidad de obstruir los desagües.
- Evitar el acceso al interior de la casa de insectos y gas de alcantarillas o malos olores procedentes del sistema público.

Materiales

Tuberías Interiores

Los materiales empleados para construir una instalación sanitaria interior, son:

- P.V.C (Policloruro de vinilo)
Por su ligereza, paredes gruesas, flexibilidad, resistencia a la corrosión. Norma P.V.C 3034.
- Hierro fundido
Su aplicación en las instalaciones sanitarias es muy común, aunque es de mayor costo que el P.V.C. ya que contiene las siguientes características:
 - Alta resistencia a la instalación contra golpes debido a la rigidez.
 - Soporta ser sometido a temperaturas someramente altas.
 - Acoplamiento perfecto, ya sea por uniones espiga campana o con juntas de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable.
- Hierro galvanizado.

Aparatos sanitarios

Inodoro

Bidet

Tina

Ducha

Lavabo

Lavadero de cocina, ropa o servicio

Urinarios

Bebederos

Trampas Sanitarias

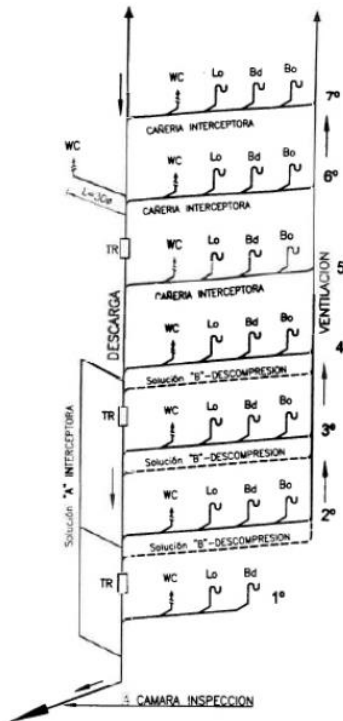


Imagen 13: Componentes del sistema de desague Superintendencia de Servicios Sanitarios Medellín.

Sistema de Captación de Agua Pluvial

El agua pluvial puede contribuir de forma importante a satisfacer las necesidades de agua no potable, como el agua para riego, para infiltración, sistemas de incendio o para muebles sin contacto directo humano.

El sistema pluvial debe constar de una superficie impermeable captadora, canalizaciones exteriores (canales) de conducción del agua de lluvia interior/externa, un sistema de decantación o filtrado de impurezas y un aljibe o depósito de almacenamiento.

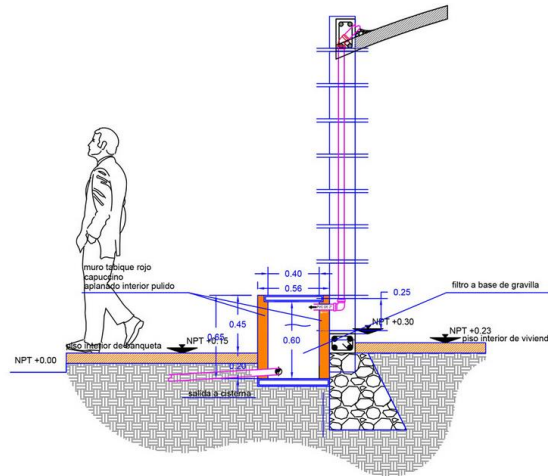


Imagen 14: Esquema de ejemplos para los componentes. Fuente Proyecto Vamos a Dar

Materiales

Tuberías regularmente de P.V.C. y canaletas de conducción. Filtro.

El depósito de almacenamiento se recomienda un material no poroso como el poliéster reforzado con fibra de vidrio, que garantiza una mejor calidad del agua, a la vez que facilita la limpieza y el mantenimiento.

Requerimientos

Los requerimientos para la captación de agua pluvial son los siguientes componentes:

- **Área de captación de Agua Pluvial**

En la mayoría de los casos se requiere que sean superficies no transitables, debido a la pendiente que deben de tener para dirigir el agua, conducirla. Puede también implementarse un tipo de cisternas de inodoros

Dependiendo de los tejados o el tipo de cubierta que se tenga varía la conducción del agua (duros, planos, verdes, superficies empedradas, revestimiento asfáltico)

La conducción también puede darse por medio de Canaletas, las cuales requieren de ser un material no alterable, reciclable si es posible.

- **Filtración**

Las aguas pluviales se deben filtrar para consumo y así se pueda evitar la entrada de materia orgánica y sólidos al depósito de almacenaje.²⁶

Para la elección del sistema de filtración se deben considerar los siguientes aspectos:²⁷

- La eficiencia de los filtros: Tipo cesta, de auto limpieza o Bajante
- Grado de filtración: Entre 0,1 y 1 mm
- Dimensionado de los filtros: se escogen en función del caudal que puede pasar por ellos, dependiendo del área de captación
- Instalación: Se planifica de cierta forma que el mantenimiento tenga una facilidad de acceso.
- Mantenimiento: Según el equipo y las instrucciones del fabricante

Tipos de filtro

Clasificación en función a su ubicación, que puede ser una instalación en bajantes (U1), en cisternas (U2) o individual (U3).

Clasificación según el principio de funcionamiento, con expulsión de suciedad (F1), con acumulación de suciedad (F2) o con equipo de Control.²⁸

- **Cisterna de almacenamiento**

Se calcula en función a la lluvia que se podrá capturar en el área designada de la edificación y en función de la precipitación que recibe. Usualmente es una cisterna común armada en la parte subterránea del terreno. Para determinar el volumen total del depósito:

1. Se busca la media entre el agua que se puede captar y la que necesitamos en un año.
2. El periodo de reserva es el tiempo que tendremos agua a disposición sin que llueva y dependerá de la garantía

²⁶ AQUA ESPAÑA. Manual de Captación de Agua Pluvial para Edificaciones.

²⁷ Fuente: Op. Cit. AQUA ESPAÑA.

²⁸ Fuente: Op. Cit. AQUA ESPAÑA.

con la que queremos contar nosotros, 30 días "normal" y 45 días más conservador.²⁹

$$\text{Volúmen del depósito (litros)} = \frac{\text{Volúmen a recoger (litros)} + \text{Demanda de Agua (litros)}}{2} \times \frac{30 \text{ días (Periodo reserva)}}{365}$$

Se recomienda escoger una medida de la cisterna por encima de la obtenida ya que por nuestro régimen de lluvias irregular conviene disponer de capacidad para almacenar avenidas de lluvia intensas.

El depósito debe contar con un aliviadero y un equipo de bombeo que proporcione la presión y el caudal necesario para cada uso.

Sistema de recirculación de agua gris

La clasificación para describir a el agua que resulta después de emplear el agua potable es de dos tipos.

Cuando el agua es aplicada a un producto de deshecho, es entonces llamada **agua residual o negra** y contiene altas concentraciones de contaminantes.

Cuando el agua es empleada en actividades cotidianas de aseo, como proveniente de lavabos, fregaderos, lavaderos, regaderas y lavadoras, es conocida como **agua jabonosa o gris**. Normalmente contienen contaminantes con menor nocividad, pero sí contienen cantidades significativas de nutrientes (como fósforo), materia orgánica, grasas y pueden contener bacterias. Para la evacuación de ambos tipos de agua post-consumo, se tiene que cumplir con ciertas normas que garanticen que el agua no contenga elementos nocivos que afecten al ser expulsados.

En la mayoría de los proyectos de la actualidad, el agua pluvial se evacúa conjuntamente con la residual, sin utilizar sistemas unitarios o separativos, lo cual es un desaprovechamiento muy considerable, ya que el agua pluvial es de una calidad aceptable, que en ocasiones, con sistemas muy básicos de filtración, puede ser empleada en algunas de las actividades humanas.

²⁹ Fuente: depositoscisternas.com fecha de consulta feb 2018

El agua se puede depurar dependiendo del contenido de contaminantes, con mediciones físicas, químicas y biológicas. (ver Anexo, Cap III)

El aprovechamiento del agua gris y proveniente de agua pluvial, es un factor que tendría un gran impacto para reducir el uso de agua potable en las edificaciones a un muy bajo costo, ya que es agua que se puede recircular en muebles sin contacto humano o bien, utilizado para riego.

Un esquema propuesto con este concepto no es independiente del agua potable, pues es un recurso muy variable, por lo que al esquema clásico de instalaciones hidráulicas se le añade:

1. Aprovechamiento del agua pluvial

El agua pluvial puede contribuir de forma importante a satisfacer las necesidades de agua no potable, como agua con usos para riego y cisternas de inodoros o depósitos contra incendios.

2. Aprovechamiento de agua residual

El agua proveniente del residuo de de fregaderos y regaderas, piscinas o tinas.

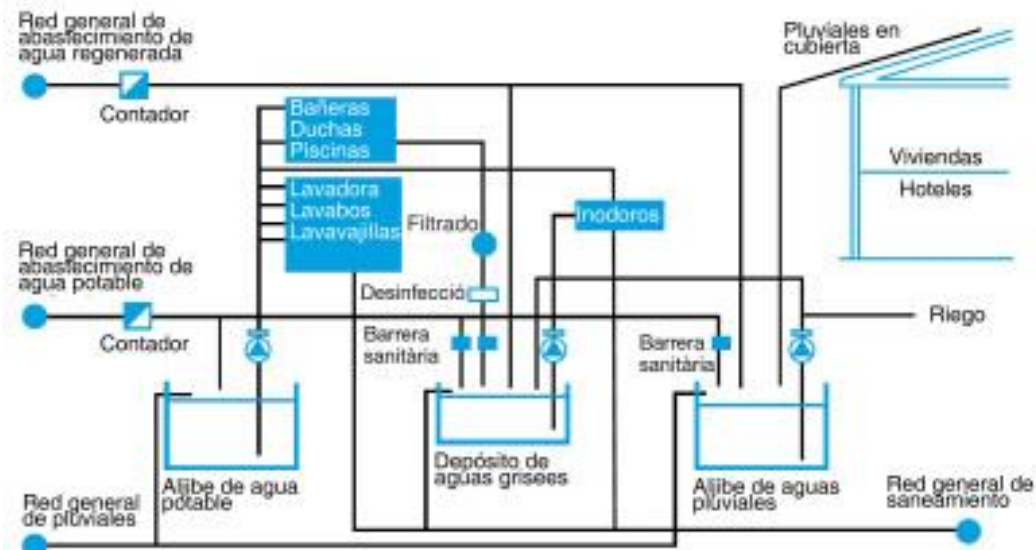


Imagen 15: Esquema de sistema hidráulico con recirculación de agua gris y agua lluvia. Fuente: www.gramaconsultores.com fecha de consulta mayo 2018

Recomendaciones:

El consumo de agua no potable previsto para el edificio se determina directamente en función del número de ocupantes, muebles existentes (duchas, piscinas, zonas verdes, etc.).

Para el diseño de las instalaciones y los sistemas de agua pluviales o aguas grises reutilizadas debe garantizar en todo caso que el agua depositada no pueda confundirse con el agua potable y que sea imposible de contaminar el suministro.

Se requiere un sistema de doble seguridad para no mezclar esta agua con la potable o bien la instalación de un sistema de interrupción de flujo.

Para hacer un cálculo del volumen del depósito de agua, se considera directamente del consumo de agua no potable previsto y de la cantidad de aguas pluviales, sobrantes de piscinas o grises que se puedan recoger.

Para el caso de agua sobrante de las piscinas, el agua a disposición depende directamente del volumen de la piscina y del porcentaje de renovación establecido. Para la reutilización de aguas grises es necesario estimar la cantidad de agua procedente de duchas, bañeras y lavamanos.

Para el caso del agua pluvial, el volumen del depósito se establece como el resultado de un polinomio que integra la demanda de agua para cisternas de inodoros y riego de zonas verdes, la precipitación y la superficie de captación con el coeficiente correspondiente a la porosidad del material captador.

Plantas de tratamiento para aguas residuales (PTAR ó PTAR)

Tienen por objetivo conseguir un agua con mejores características de calidad y cantidad, partiendo de aguas negras o mezcladas y a través del utilizar diferentes procedimientos físicos, químicos y biotecnológicos.³⁰

Para seleccionar correctamente el tipo de planta de tratamiento requerida se requiere saber la composición y el tipo de contaminantes que va a contener el agua residual.

³⁰ Definición extraída de: PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL. TopOzono (Ingeniería Medio Ambiental para la Desinfección Definitiva y Ecológica del Agua y el Aire)

Esto va a depender del uso de la edificación y el uso que se requiera dar al agua, posterior a su tratamiento.

Niveles de tratamiento del agua

Se utiliza un sistema de tratamiento habitual cuando el uso del agua no corresponde a un uso industrial; es decir es un sistema que <<mediante la ayuda de equipos mecánicos, eléctricos e hidráulicos, realiza en un espacio más reducido y en menor tiempo del que tardaría la naturaleza, procesos que permitan liberar los elementos extraños que lleva incorporados el agua residual hasta alcanzar un determinado nivel de pureza>>. ³¹

Los procesos que requiere para esta purificación se mencionan en el siguiente diagrama. (ver Anexo Cap III)

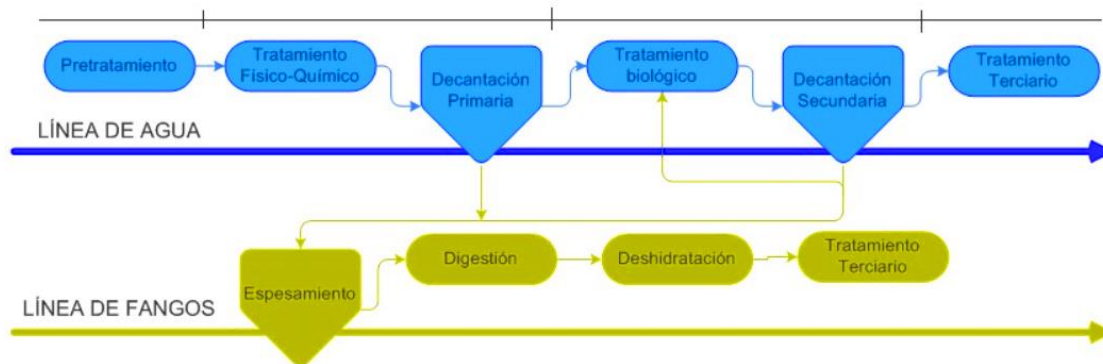


Imagen 16: Proceso en la purificación. Fuente: TOPOZONO. Ingeniería Ingeniería Medio Ambiental para la Desinfección Definitiva y Ecológica del Agua y el Aire

El tratamiento de los fangos ó lodos residuales

El material orgánico generado en el proceso de tratamiento de agua tiene una composición que resulta un generoso aportador de nutrientes si es utilizado como abono o productor de energía.

Para un proceso ambiental más positivo, se debería considerar la práctica de utilizar el material orgánico en la devolución de nutrientes a las zonas ajardinadas y de terreno natural.

³¹ Op. Cit PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL. TopOzono

Análisis de Contexto para la mejor decisión de uso del agua reciclada.

En el entendido de los principales problemas existentes de cada contexto que recibe a un proyecto arquitectónico son muy variables, es necesario tener una lectura del panorama general, para lograr identificar las prioridades y las mejores formas en la que la arquitectura va a aplicar la mejor estrategia para generar el mayor de los ahorros.

En el caso de la Ciudad de México, es de suma importancia dar prioridad a la contribución que no solo no existe huella ecológica negativa, si no que exista una aportación a la recuperación del recurso.

Otros sistemas que requieren del uso de agua potable

Entre los sistemas que requieren agua potable para su funcionamiento dentro de un edificio se encuentran los siguientes:

Sistema HVAC

Se refiere al sistema encargado de acondicionamiento de temperatura interior adecuado a cada espacio, es decir, ventilación, calefacción y aire acondicionado (en inglés Heating, Ventiaiting and Air Conditioning) mediante técnicas y métodos que trabajan con el tratamiento del aire, cuanto a su enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, calidad, movimiento, etc.

Los sistemas HVAC pueden incluir diferentes equipos o subsistemas:

Unidades enfriadoras

- Torres de enfriamiento:

Las torres de refrigeración son <<sistemas mecánicos destinados a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor.

El principio de enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación, el equipo produce una nube de gotas de agua bien por pulverización, bien por caída libre que se pone en contacto

con una corriente de aire. La evaporación superficial de una pequeña parte del agua inducida por el contacto con el aire, da lugar al enfriamiento del resto del agua que cae en la balsa a una temperatura inferior a la de pulverización.>>³²

Los grandes edificios de oficinas, hospitales y escuelas suelen utilizar una o varias torres de refrigeración, como parte de sus sistemas de aire acondicionado. En la actualidad se utilizan enfriadores refrigerados por agua, ya que son de <<energía más eficiente que los enfriadores refrigerados por aire, debido al rechazo de calor de la torre de agua en o cerca de la temperatura de bulbo húmedo. Los Enfriadores de aire refrigerado deben rechazar el calor a la temperatura de bulbo seco, y por lo tanto tienen un menor promedio de efectividad de ciclo inverso de Carnot.>>³³

En estos sistemas, en su aplicación para edificios, se aprecian 3 circuitos:

1. Circuito de agua para refrigeración. Crea movimiento del agua de condensación que se almacenada en la torre y la traslada hasta el condensador (ó intercambiador de calor) donde se encuentra el gas refrigerante para enfriarla.

El refrigerante cede calor al agua y se moviliza de regreso a la torre, se pulveriza el agua y se pone al contacto con la corriente de aire ascendente para conseguir el efecto de refrigeración por evaporación parcial.³⁴

2. Transporte de refrigerante³⁵ en estado gaseoso y se somete a presión en un compresor, al ceder calor y estar en contacto con el agua fría. Se libera la presión mediante una válvula

³² TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS. MSSSI gobierno de España. Cap. 4 Ciudadanos y Salud ambiental en los labores.

³³ Revista ARQHYS. 2012, 12. Torres de refrigeracion. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com.

³⁴ Op. Cit. TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS. MSSSI gobierno de España. Cap. 4 Ciudadanos y Salud ambiental en los labores.

³⁵ Refrigerante se conoce como la sustancia o compuesto químico que tiene la particularidad de ceder o absorber gran cantidad de calor cuando cambia de estado, según Op. Cit . MSSSI gobierno de España.

- reguladora de expansión, la cual enfría el refrigerante en el evaporador y produce el cambio de fase líquida a gaseosa.
3. Circuito de transporte de agua refrigerada hasta las baterías de frío de las UTA ó unidades de tratamiento, las cuales permiten el enfriamiento continuo del aire.

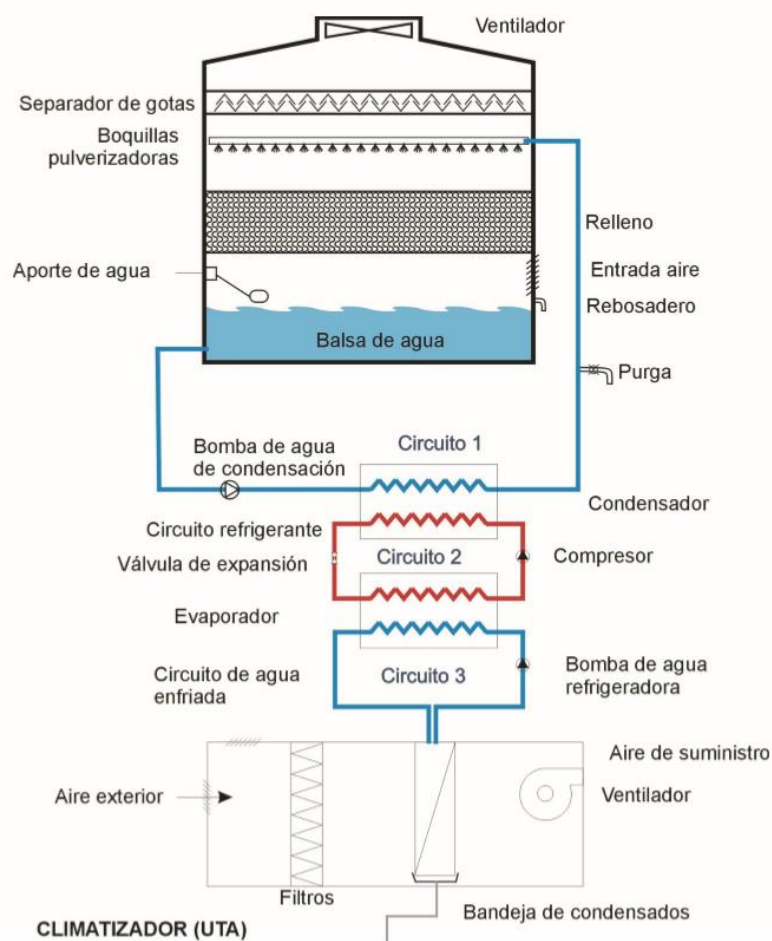


Imagen 17: Esquema de una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio. Fuente: MSSSI gobierno de España. Cap. 4 Ciudadanos y Salud ambiental en los labores.

- Unidades de manejo de aire
- Sistemas de bombeo
- Calderas

CAPÍTULO IV: TÉCNICAS PARA REDUCIR EL USO DE AGUA POTABLE.

Debido a la gran problemática proyectada para un futuro, a través de la concientización, uso de tecnologías y estrategias, se busca que las edificaciones tengan un mejor diseño y un plan con estrategias que ayuden a reducir la huella hídrica.

La huella hídrica es <<un indicador del impacto del consumo humano en los sistemas hídricos y surge del reconocimiento de que dicho impacto, puede relacionarse con el comercio internacional de bienes y servicios. Indica el volumen total de agua dulce empleado, directa o indirectamente, para elaborar un producto, por lo que su análisis permite visualizar el uso “oculto” del agua a lo largo de la cadena productiva y ayuda a identificar cómo y dónde, el consumo de bienes en un lugar, impacta los recursos hídricos de otro lugar, ampliando así nuestra comprensión de la problemática hídrica y de sus alternativas de solución. Comprende cuatro dimensiones: tiempo, sitio, color y volumen.>>³⁶

La huella hídrica total es la suma de las huellas hídricas verde, azul y gris, se puede calcular para un producto, proceso, industria, consumidor, cuenca, estado o país; siendo una herramienta cada vez más utilizada en distintas naciones para la mejorar la gestión integrada de recursos hídricos.

Verde: si se trata de agua de lluvia

Azul: si se refiere a agua superficial y subterránea

Gris: si es relativa al volumen requerido por cuerpos de agua receptores para asimilar la contaminación generada.

Los principios que son evaluados en las edificaciones, los cuales corresponden a un marco de referencia en la actualidad para la reducción significativa de la huella hídrica en edificaciones de nueva construcción, son interpretados por el sistema LEED como los siguientes elementos a considerar:

³⁶ Asociación Mexicana de Hidráulica. 21/03/2017. Discurso en la presentación del libro “Huella Hídrica en México: análisis y perspectivas”

- Se requiere un sistema eficiente de monitoreo, verificación y control de cada uno de los sistemas, que indique el estado actual de cada uno de los componentes.
- La reutilización de elementos reciclados o materiales es una opción para reducir el impacto o huella ecológica del proyecto.
- Se prohíbe el uso de herbicidas o químicos controladores de plaga en las áreas verdes por los efectos contaminantes y tóxicos que pueden ser añadidos al agua. Se recomienda solo biopesticidas certificados.

Referencias de edificaciones con innovación en reducción de uso de agua potable

Existen numerosas maneras propuestas por diferentes entidades para mitigar el uso de agua potable en las edificaciones, tanto en el espacio interior como en el exterior. Las siguientes propuestas son anunciadas por el marco normativo del sistema de Certificación LEED.

Los edificios presentados a continuación, son proyectos que, se tiene el uso de oficinas, en algunos combinados con usos mixtos y se analizan con el propósito de:

- 1) Reconocer los sistemas empleados para mitigación del agua potable y su funcionamiento en el proyecto análogo.
- 2) Rescatar los diseños que se considera son tienen un beneficio para la recolección de agua lluvia; por su volumetría, favorecen al aumento del área de captación de agua pluvial.
- 3) Obtener un rango aproximado de las dimensiones que se le pueden otorgar a un edificio con uso de oficinas y que será considerado de altura, referido no solo a espacios sino también a la población y las actividades que requieren del abastecimiento del sistema hidráulico.

Caso Internacional: Edificio Sky Village– Copenhagen.



Imagen 18: Figura 3D. Fuente: Sky Village Project. Arquitectura modelo

Se trata de un edificio con una modulación precisa, la cual busca una alternativa de espacios más amigables con el medio ambiente a través de terrazas, amplía la captación de agua pluvial y la distribuye en cisternas localizadas en diversos niveles.

UBICACIÓN	Copenhagen, Dinamarca
Comitente	Municipalidad de Rodovre, Copenhagen
Proyecto	MVRDV Y ADEPT
Uso de destino	Oficinas y áreas comerciales
Superficie Construída	21,688 m ²
Datos Numéricos	
Altura total	116 m
Constitución en planta	retícula de 7.8m x 7.8m de 6x5 módulos
Área del basamento	3171 m ²
Datos numéricos	
Número de usuarios	7000 a 8000 personas

Tabla 8: Información Edificio Sky Village. Elaboración propia.

Tiene una modulación en planta de una retícula de 7.8m x 7.8m de 6x5 módulos prefabricados desmontables, lo que equivale a una superficie de captación equivalente a³⁷:

³⁷ Publicacion del miércoles, 14 de enero de 2009. Artículo del blog Arquitectura Modelo.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

1 módulo	60.84 m ²
30 módulos	1825.20 m ²

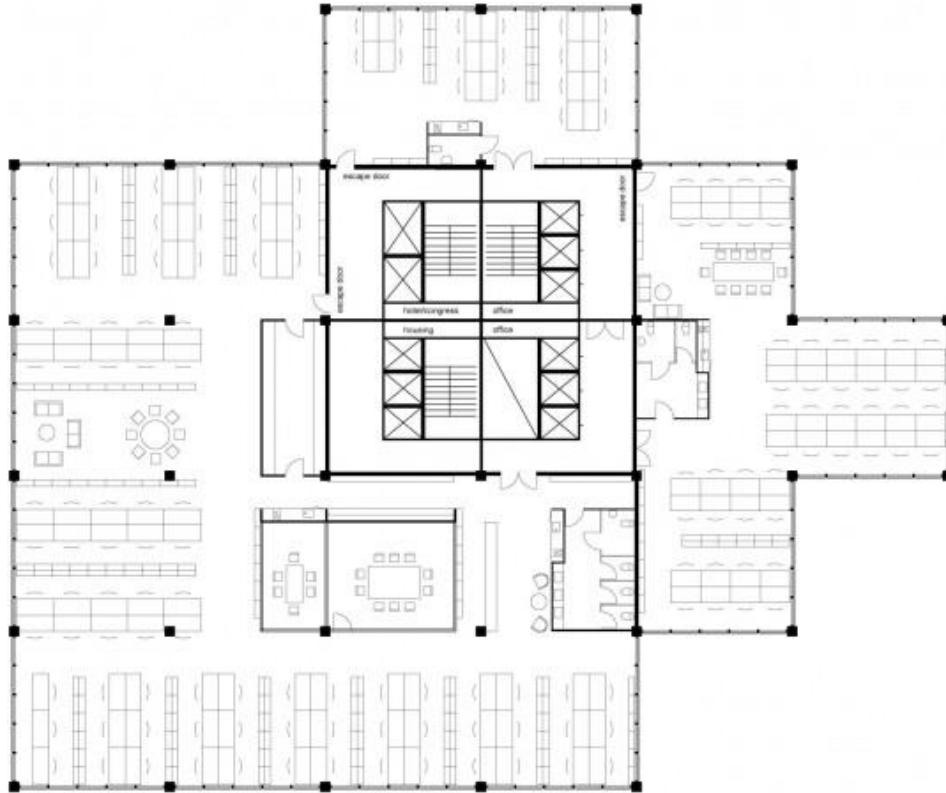


Imagen 19: Planta tipo. Fuente: Sky Village Project. Arquitectura modelo



Imagen 20: Imagen 18: Corte Sky Village. Fuente: Sky Village Project. Arquitectura modelo

Como conclusión:

Este edificio dedicado a oficinas y comercio tendría un aproximado mínimo de 1825.20 m² como área de captación para 30 niveles. Y un rango de población aproximada de 7000 a 8000 personas.

Su diseño innovador permite obtener espacios extra para la captación de agua pluvial, sin embargo, el agua recolectada se logra a través de superficies ajardinadas o terrazas verdes, lo que representa un nivel de tratamiento 2 como mínimo por todas las sustancias añadidas que se le agregan.

Mejora la gestión hidráulica a través de su innovador sistema de bombeo a través de energía mecánica y automatizada.

Caso de la Ciudad de México: Torre HSBC



Imagen 21: Torre HSBC Reforma. Fuente: Real State Market. Tendencias de Seguridad de los rascacielos.

UBICACIÓN	Paseo de la Reforma no.347, Ciudad de México
Comitente	Banco HSBC México
Proyecto	H.O.K. architecture (Hellmuth, Obata, Kassabaum)
Project Management (Base Building, Fit-Out y cert, LEED)	Grupo SYASA
Destino	HSBC MX Headquarters
Plazo del Servicio	40 meses
Superficie	80 000 m ²
Datos Numéricos	
Altura total	136 m
Área en planta entrepiso tipo	1725 m ²
Área del basamento	3171 m ²
Espacio Utilizable	23 niveles de oficinas
Estacionamiento	12 niveles/1166 cajones
Espacios Adicionales	2800 estaciones de trabajo, Jardines en Planta baja, Cafetería, Gimnasio, Sucursales Bancarias, 2 Penthouses.
Circulación Vertical	10 elevadores capacidad 25 p. 1 elevador para montacargas. Dos bloques de escaleras y un elevador de emergencia (presurizados)

Tabla 9: Información de la Torre HSBC. Elaboración propia

Estructura

Esta edificación está compuesta por 37 losas estructurales, con los siguientes espacios:

Losa de Cimentación
Dos Niveles Subterráneos (estacionamiento, subestación eléctrica, cisternas)
Planta baja
1 nivel mezzanine
8 entresijos de estacionamiento
21 niveles de Oficinas
Dos Penthouses
Azotea
Cuarto de máquinas y Helipuerto

TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

Sistema BMS (Building Management Systems) para instalaciones hidráulicas

Sistema que, a través de tecnología de punta, integra diversos equipos e instalaciones. Permite conocer el estado operativo de los sistemas y equipamientos del edificio y actúa de manera automática cuando resulta necesario.

Controla en el sistema hidráulico:

- **Suministro de agua:** Se mantiene al mínimo, pues es reciclada en todos los servicios donde es posible
- **Recolección de agua lluvia**
- **Tratamiento de agua utilizada:** El agua de lluvia y el agua potable utilizada, reciben un tratamiento para ser reutilizadas en los baños, en el sistema de enfriamiento HVAC, y también para riego de las plantas en los sectores parqueizados.
- **Mobiliario con certificación Green-Guard** Todos los mingitorios son secos y no requieren agua. Los sensores de presencia en los lavabos regulan el uso ahí, y aguas pluviales son reutilizadas.
- **Plantas de especie nativa** que fueron utilizados en el sitio no requieren mucho riego como pueden sobrevivir en la cantidad de lluvia que cae cada año.

La ubicación del proyecto aprovecha al máximo el sistema natural de drenaje.

Total de litros ahorrados: 12 millones de litros de agua potable cada año. Todo ello conduce a una reducción del 55% del agua potable utilizada respecto de otros edificios de similares dimensiones.

Conclusión: Integra un sistema de reciclaje de aguas grises o jabonosas que reduce significativamente la necesidad de agua pluvial, así como muebles ahorradores y técnicas arquitectónicas de diseño en espacios ajardinados y el uso de especies nativas reducen la necesidad de agua para riego.

Innovación en sistemas hidráulicos

Sistema Integral de Abasto y Saneamiento de Agua con Descarga CERO

Sistema creado por el Ing. Eduardo León Garza en México, con el cual obtuvo el tercer lugar dentro de los finalistas nominados al Premio Mundial del Agua en el año 2007.

El primer proyecto, iniciado en 1970 en Tepetlixpa, Estado de México, permitió la construcción de una vivienda con la dotación necesaria para realizar sus actividades diarias, preparar alimentos y consumo, mediante captación de agua que evitaba el azolve, filtración y evaporación. Éste mismo proyecto fue de utilidad para incrementar las actividades de explotación agropecuaria que diariamente otorgaban 10 000 litros en por lo menos 227 días de estiaje. El agua también fue utilizada en riego y para dar a beber a animales.

El proyecto utilizó fosas sépticas eficientes para reutilizar el agua jabonosa en áreas verdes.

Con un proyecto en 1994 en la industria del lavado automotriz, bajo la norma NOM-CCA-031-ECOL/93, se diseñó una planta de tratamiento utilizando el ozono como oxidante natural, que no deja residual, por lo que éste proceso se convirtió en cíclico, sin emitirá desechos.

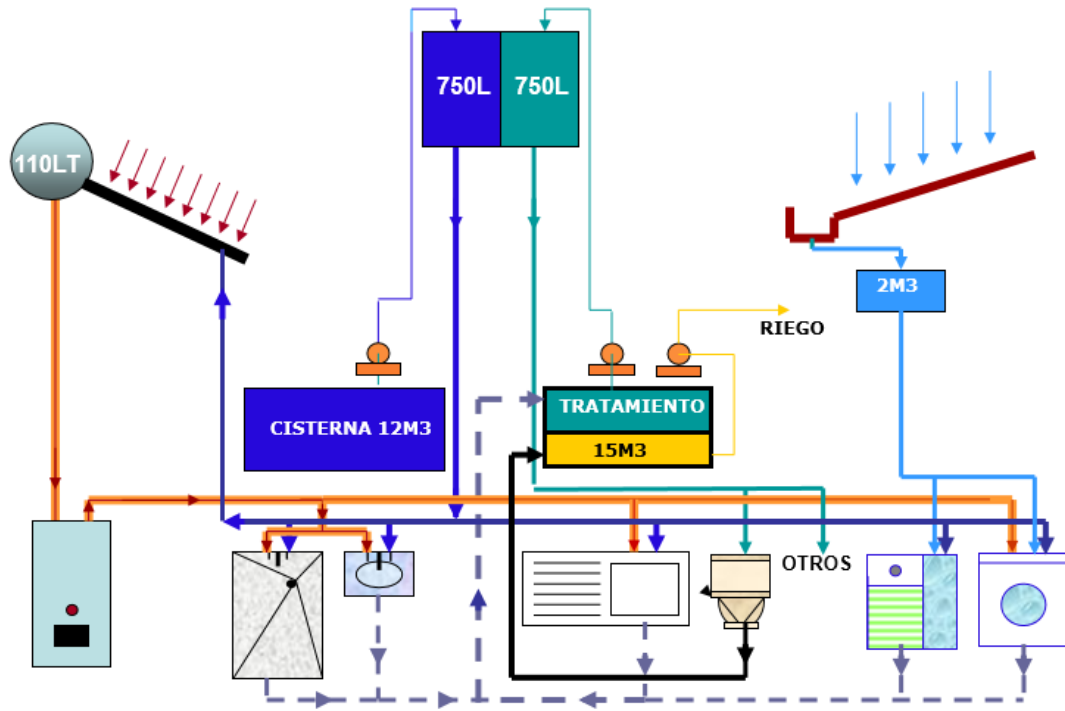


Imagen 22: Funcionamiento esquemático de las conexiones realizadas en el sistema para la reutilización del agua. Fuente: Exposición SIASA Cañadas del Lago Ing. Eduardo León Garza 2016.

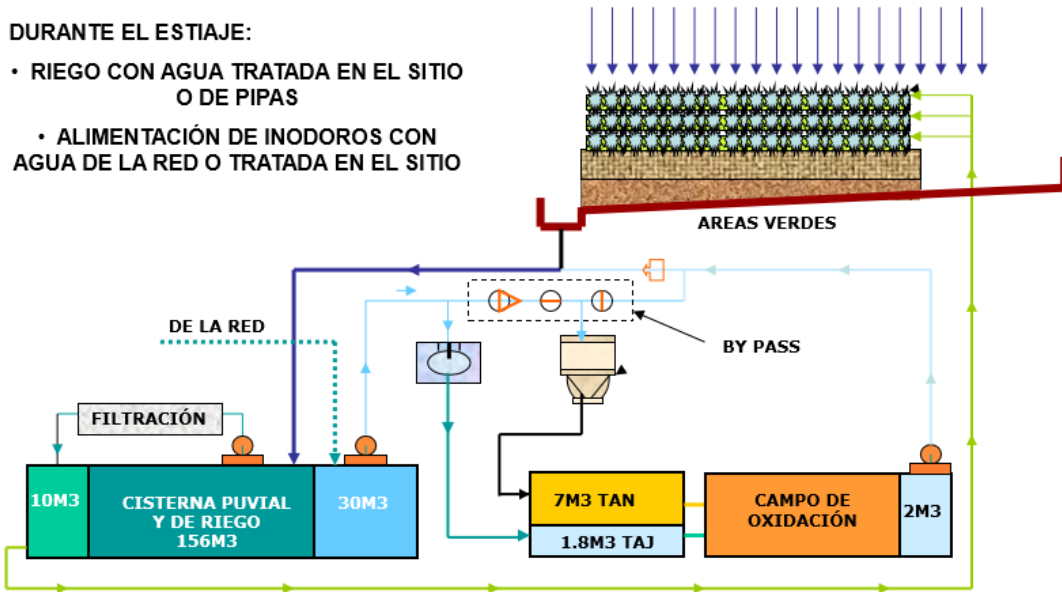


Imagen 23: Funcionamiento esquemático de las conexiones realizadas en el sistema para la reutilización del agua. Fuente: Exposición SIASA Ing. Eduardo León Garza 2016.

Definición de sistema de descarga cero de SIASA:

Mecanismo de aplicación universal, para todo tipo de inmuebles, que, mediante su inserción en el ciclo hidrológico natural, cumple las siguientes funciones:

- Captación de agua pluvial, que puede ser empleada en usos diversos de forma temporal de lluvias.
- Reutilización del agua residual, su reciclaje mediante el tratamiento idóneo por tipo de contaminante, que permite utilizar el agua “n” cantidad de veces, sin que exista una descarga.
- Recarga de mantos acuíferos y freáticos, en caso de existir una descarga de los excedentes; agua tratada considerada de buena calidad.

RAUNAM. Red de Agua UNAM (Pumagua)

Se trata de un sistema formado interdisciplinariamente para a gestión eficiente del agua de las instalaciones de Ciudad Universitaria, en la Ciudad de México.

Comenzó en el año 2006, con la constitución informal de la red de agua, con la participación de 26 entidades de la UNAM. Se formalizó en el 2009, ante la dirección del Rectos Dr. José Narro Robles; al día de hoy la entidad nombrada Red del Agua UNAM (RAUNAM) cuenta con un plan de Desarrollo vigente para los años 2015–2019, el cual << es el punto de referencia del quehacer universitario, pues busca la integración del conocimiento derivado de la investigación científica, humanística y artística, así como de la innovación y del desarrollo tecnológico, demostrando que su papel es fundamental para el logro del bienestar genérico de las sociedades del siglo XXI.>>³⁸

En CU no se hace uso de la infraestructura hidráulica que suministra de agua a la Ciudad de México, ya que su abastecimiento se da a partir de tres pozos ubicados al interior del campus. El suministro y distribución del agua incluye dos

³⁸ Plan de Desarrollo Institucional PUMAGUA 2015–2019. Página 5.

vertientes de manejo, el sistema de agua potable y el sistema de agua tratada.

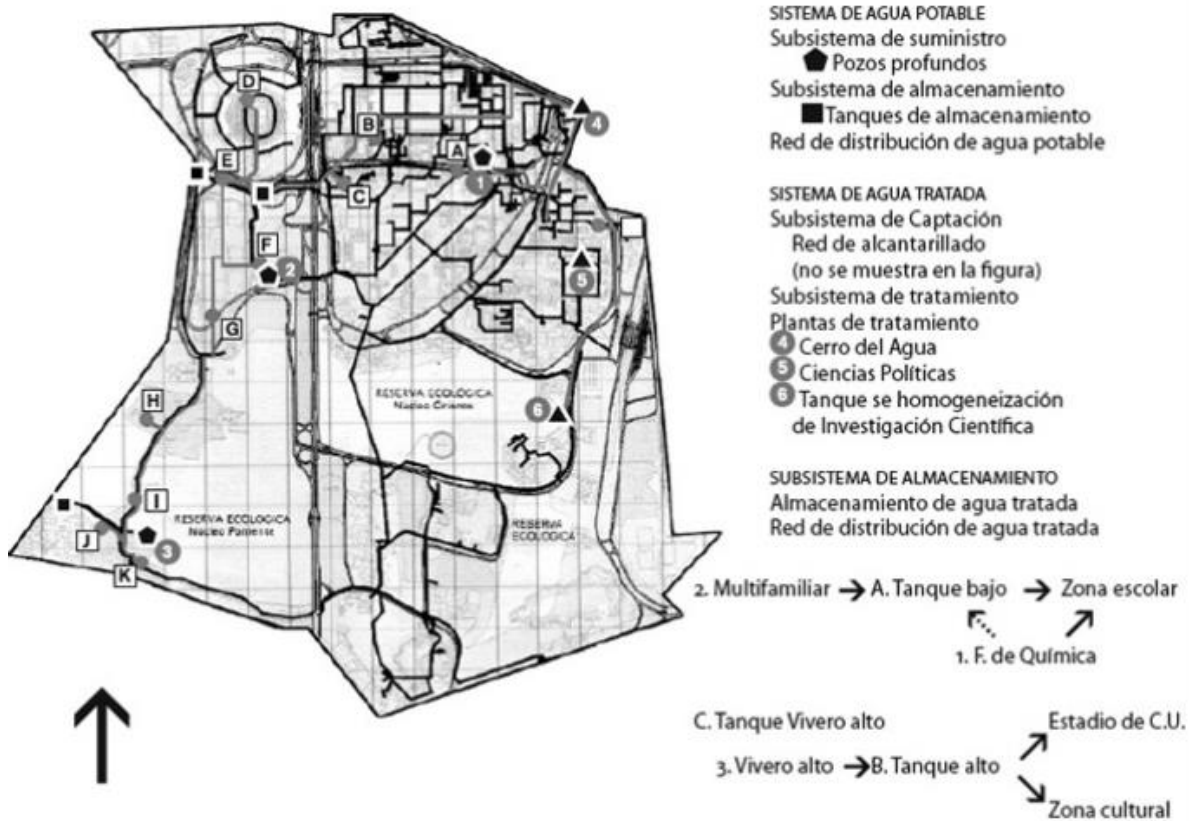


Imagen 24: Diagrama de los sistemas de agua potable y tratada en Ciudad Universitaria, modificado DGO-UNAM 2006.

Definición de Sistema de RAUNAM

El proyecto logra la reducción de entre 30% y 40% del consumo de agua potable³⁹ y << es un mecanismo viable y replicable para atender la problemática de temas complejos en el agua>>⁴⁰. Está compuesto de tres subsistemas: el de suministro, el de almacenamiento y el de la red de distribución de agua.

- Suministro: Se compone de tres pozos profundos que han mantenido su nivel inicial de extracción a pesar de la creciente demanda de agua de la comunidad universitaria y de que dos de ellos tienen más de treinta años de uso continuo. En los pozos del Multifamiliar y Facultad de Química, se realiza una extracción las 24 horas al día,

³⁹ Datos obtenidos de iAgua. Fecha de consulta: noviembre del 2017.

⁴⁰ Presentación RAUNAM 2009. Fecha de consulta: noviembre 2017.

mientras que en el del Vivero Alto, de construcción más reciente, sólo se llevan a cabo dos extracciones diarias.

Previo a su distribución el agua de los pozos se somete a un proceso de potabilización. Las técnicas que se emplean se fundamentan en el uso de cloro gaseoso e hipoclorito de sodio en solución, cuya aplicación, aunada a las características de las tuberías que distribuyen el líquido, hacen que el agua sea de excelente calidad para el consumo humano.

- Distribución: inicia con el suministro de los pozos al subsistema de almacenamiento, que está constituido por tres tanques (con capacidad total de almacenamiento de 12 000 m³) y el conjunto de cisternas con que cuenta cada facultad.

La red de distribución opera por gravedad a partir de los tanques de almacenamiento, por lo que no requiere electricidad para su funcionamiento. Esta característica contribuye a disminuir el consumo de energía y a aminorar costos económicos para la unam. Adicionalmente, la red cuenta con un sistema de válvulas que impide el flujo de agua continuo en caso de fuga, y las características del material que la constituye no sólo es de amplia durabilidad, también contribuye a mantener una buena calidad del agua, ya que las tuberías no se oxidan por dentro.

- Almacenamiento: en los tanques se suministra directamente a las cisternas por medio de la red de distribución, con excepción del pozo de Química, que normalmente dirige el agua directamente a la red.

Dentro de lo más destacable del sistema se encuentra:

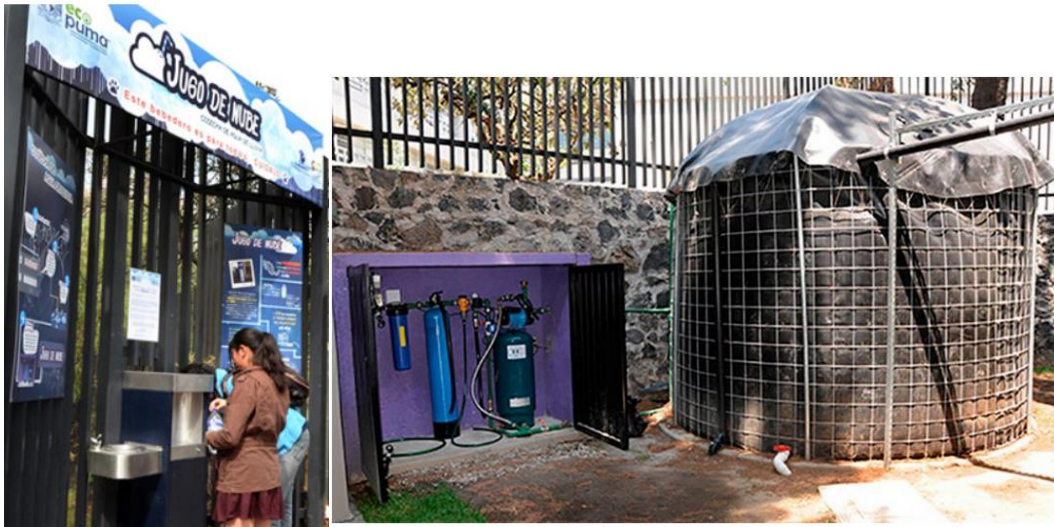
- **Sistema Automatizado de consumo:** contribuye a la disminución de la extracción de agua de los pozos del campus en un 23%, a través recuperación de fugas, muebles de baño de bajo consumo hidráulico y sustitución de vegetación de elevado consumo de agua por especies nativas.

- **Sistema de desinfección de agua potable:** a través de un monitoreo permanente en tiempo real y puntual (en diferentes sitios del campus) se asegura la calidad del agua para beberla directamente de la llave.
- **Planta de tratamiento de agua residual:** cuenta con el monitoreo necesario para determinar su calidad. Cumple con las Normas Oficiales Mexicanas se evitan riesgos en la salud de los usuarios, al ser utilizada en las áreas verdes. Cuenta con un nivel de tratamiento primario.
- **Observatorio del agua:** Monitorea y detecta el consumo de agua y la magnitud de las fugas por entidad (dentro de ciudad universitaria). Desde la detección de una fuga, toma aproximadamente 3 semanas en ser atendida, priorizando siempre las fugas de mayor magnitud
- **Sistema de Recarga de Mantos Freáticos:** Actualmente existen diez pozos de absorción con una capacidad aproximada de 216 m³ por unidad, cuyo diseño parte del hecho de que el basamento de CU es de una roca volcánica que facilita la infiltración del agua al subsuelo, por lo que se perforó a 50 metros de profundidad con el fin de favorecer la velocidad de absorción del agua de lluvia que es canalizada hacia ellos.

Proyectos de Captación pluvial

En la actualidad, el recurso que se pudiera obtener de la captación pluvial es un porcentaje muy bajo, el cual principalmente en Ciudad Universitaria es redirigido al subsuelo.

Existen proyectos experimentales como el programa “jugo de nube”, en el edificio de Programas Universitarios, en el que se utiliza un domo de cristal del edificio, con una superficie de captación de 192.6 m², en el cual se desecha la primera lluvia y el resto se almacena en una cisterna para ser filtrada por hojas, carbón activado y resinas, para convertirse en agua potabilizada apta para consumo humano.



*Imagen 25: Proyecto Jugo de Nube. Fuente: CONACYT, www.teorema.com
Consulta: mayo 2018.*

Sin embargo, estudios recientes elaborados de factibilidad para fomentar programas de captación de agua lluvia en cada edificio del Campus Central, han sido analizados para consideración en cada edificio de Ciudad Universitaria. Estos anuncios fueron descartados, pues arrojan que mínimamente se requiere una inversión de 200 mil pesos como mínima inversión inicial para realizar la captación de agua, así como un gran esfuerzo de mantenimiento para que las superficies contribuyan a que el agua esté lo más limpia posible.⁴¹

CAPÍTULO VI: Estrategias para mitigar el uso de agua potable en edificaciones.

Se requiere del conjunto de diversos elementos en el proyecto para lograr obtener resultados en mejorar la gestión hidráulica de una edificación de altura, así mismo, la reducción de la huella ecológica de la edificación.

En este proceso, las soluciones arquitectónicas juegan un papel fundamental, pues el éxito del ahorro no requiere de la solución única de tratamiento de agua, se requiere de una planeación integral con numerosas estrategias en arquitectura, que en conjunto lograrán la verdadera diferencia de consumo.

El mayor beneficio posible que se obtenga, no solo se mide en el bajo impacto medio ambiental generado, si no en la aportación positiva que el edificio tiene la capacidad de brindar.

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS

Estrategias para mitigar el uso de agua potable en edificaciones de altura.....
Planificación y Diseño General.....
Impacto al entorno:.....
Recarga de profundidad
Diseño de la volumetría
Diseño exterior
Zonas verdes.....
Recolección de agua pluvial
Aumento de área de captación por conducción.....
Diseño Interior de la Edificación
Automatización y monitoreo para la eficiencia.
Eficiencia de los elementos consumidores de agua
Sanitarios de alta eficiencia
Urinarios: sin agua.....
Grifos con aireadores y sensores de movimiento.....
Sistema HVAC.....
Sistema de condensación de Vapor.....
Reutilización de agua.....

Tabla 10: Resumen de Requerimientos para la mitigación de agua potable. Elabación propia.

Planificación y Diseño General

Impacto al entorno:

Impacto Social

La situación delicada de la sobrepoblación en la Ciudad de México requiere de un análisis a profundidad de una estrategia para reducir el consumo del recurso. La concentración de habitantes es tanta que el precio por la obtención no será únicamente una afectación para la economía, sino que también en los grandes hundimientos y afectaciones físicas reflejará un alto costo al producir zonas de riesgo.

En la actualidad, se requiere pensar en alternativas para que el edificio no solo evite producir un impacto negativo en el entorno, si no que produzca un impacto positivo y ayude a solucionar un problema dentro de la sociedad, como bien puede ser un problema de seguridad de agua.

Generar un impacto positivo como solución bien podría ofrecer la posibilidad de una alta aceptación del proyecto y evitar complicaciones mayores.

En un orden social, un proyecto con grandes características de cuidado ambiental debe ser un pionero que influya en instruir y dar herramientas a la población para razonar su consumo, promoviendo también un cambio en los hábitos de la sociedad.

Esto es de suma importancia, incluso la certificación LEED considera a la difusión de la información como puntos especiales para generar una conciencia general y que el ahorro trascienda más allá de un edificio en específico.

Impacto Económico

La generación de un espacio que brinde un bien social, equivale a una mejor calidad de vida. Este factor y muchas ecotecnias requieren de un gran diseño y elaboración que puede tener un costo inicial de inversión más elevado que lo cotidiano y simple.

A largo plazo una inversión de este tipo no solo reduce el costo por el uso del recurso, si no que garantiza que la

disponibilidad de agua en un futuro mejor para la ciudad en general y se genere un panorama más favorable.

Impacto Ambiental

Agua Subterránea

El problema general de la ciudad es y será la obtención de agua potable. Como se menciona, en la Ciudad de México, el 71% del abastecimiento es a través de la Extracción de agua del subsuelo, y para recuperar ese volumen de agua, es muy complicado debido a la urbanización que dificulta el retorno natural del agua. En la siguiente figura se muestra el ciclo de retorno del agua:

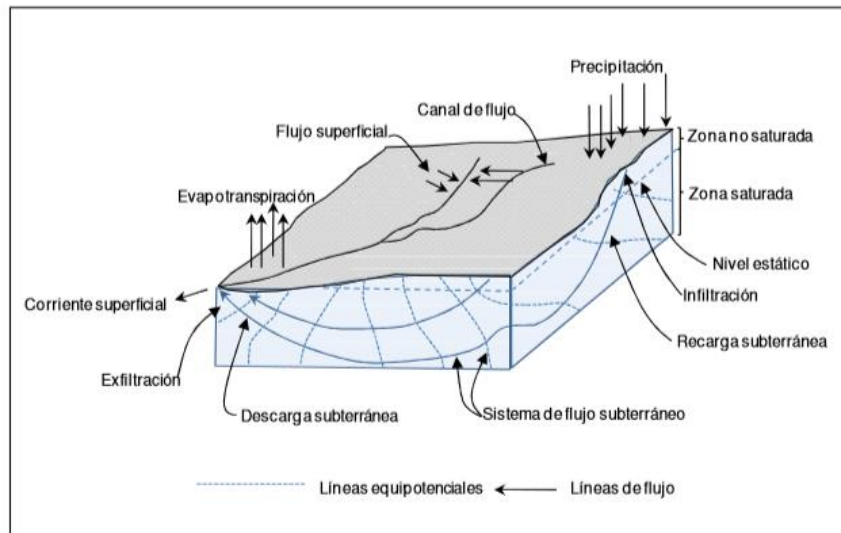


Imagen 26: Propuesta de identificación de sitios para la infiltración de agua al acuífero de Querétaro, Facultad de ingeniería, Freeze R. Allan, Cherry John A., (1974) Groundwater.

Una diferencia entre las aguas superficiales y subterráneas es el tiempo de estancia en un sitio. Los mantos subterráneos tienen agua pura con una gran calidad, mientras que el agua superficial, por haber estado en contacto con los elementos exteriores de la urbanización, tienen cierto grado de contaminación.

Para una edificación convencional, las posibilidades de llegar al manto subterráneo de agua son escasas ya que los mantos subterráneos se encuentran distantes metros de profundidad, además que requieren de un control de calidad para no contaminar el resto del recurso.

Construcción con permeabilidad

Una edificación planificada con zonas permeables, son de gran utilidad para la recarga de agua al subsuelo, así como una forma de brindar al subsuelo un poco de condiciones naturales para evitar la aridez futura y los cambios en su composición natural. Sin embargo, debe permitir que la filtración del agua tenga un nivel bajo de contaminación, esto se logra con la dirección del agua por zonas no contaminadas con basura, sustancias tóxicas o desperdicios.

Diseño de la volumetría

Es de suma importancia que el diseño de las edificaciones tenga consideración con los espacios exteriores e interiores para continuar con la gestión del agua de una manera más apropiada.

Un diseño que a través de los juegos de la volumetría pueda brindar un mayor aprovechamiento de agua lluvia mediante el aumento del área de captación es el caso ideal para la recolección y aprovechamiento de agua pluvial.

Sin embargo, estos diseños tienen que ser cuidadosamente estudiados, debido al tipo de suelo y al riesgo enorme por encontrarse en suelo blando y con altas probabilidades de sismo.

Materiales

Del mismo modo sería ideal el realizar un diseño meticuloso que incluyera piezas prefabricadas y material controlado en calidad, con lo que no solo se obtiene mayor seguridad estructural, si no una seguridad de la integridad de los usuarios. Se requiere el uso de materiales probados que garanticen la no afectación a la salud de las personas que se encuentran expuestas a ellos a lo largo del tiempo.

Diseño exterior

Zonas verdes

Se realiza una programación de riego de acuerdo con la vegetación que se emplea para regar sólo cuando es necesario,

por lo que influye el tipo de plantas que se siembran. Se limita o descarta por completo que se utilice el agua potable.

Un buen diseño del paisaje

Se seleccionan las plantas nativas y las plantas adaptables no nativas que se adapten al clima local, ya que las precipitaciones regionales las pueden ayudar a sobrevivir a pesar de las restricciones del uso del agua, pues están adaptadas a ello. Esto reduce el mantenimiento que requieren, como el fertilizante, son resistentes a enfermedades. Se descarta la inclusión de plantas invasoras.

Para la Ciudad de México, una gran opción son las áreas verdes con especies xerófitas nativas del Pedregal de San Ángel cuyo ciclo de vida está adaptado a los ciclos de sequía y humedad de la Ciudad. También se recomienda la reducción del uso de césped si no es un área con una gran pluviometría, debido a su consumo elevado de mantenimiento.

Reducción del riego

Técnicas como el *Xeriscape* realiza una reducción o eliminación del riego complementario a través del análisis de suelo se realiza una mejora, se seleccionan las plantas adecuadas y se utilizan coberturas como el *Mulching*, para obtener la temperatura adecuada y la humedad necesaria para las raíces de las plantas.

- **Reutilización de la materia orgánica**

En caso de existir césped o plantas que al brindarles mantenimiento tengan que sufrir algún corte, se debe utilizar los recortes como abono natural y de ser posible, combinarse con otro tipo de desechos orgánicos generados, por ejemplo, en el área de comida.

- **Recolección de agua pluvial**

La Recolección de aguas pluviales, que se planea que tengan una instalación en la parte superior de las edificaciones para que se suministren en el edificio por gravedad. Este sistema se planea para una mitigación del agua potable.

Promover la reutilización del agua pluvial en la Ciudad de México

En la actualidad, bajo la conciencia del gran problema que se proyecta para la ciudad de México, se comienzan a promover los proyectos a nivel social y en las viviendas con escasos o sin completo acceso a la red hidráulica, tal es el caso de proyectos urbanos de recolección de agua pluvial que utilizan filtración natural para limpiarla.

A pesar de eso, el agua no puede ser considerada para sustituir al agua potable. En programas recientes se evalúan los beneficios que traería ésta captación, enlistados en la siguiente imagen.



Imagen 27: Beneficios de la Captación pluvial. Fuente: Isla Urbana PLUVIOTECA. Consulta nov2017

El análisis considera una parte de gran importancia, que es resultado de un correcto entendimiento del contexto, esto es el enfoque a los mantos acuíferos, ya que, como se analizó, una gran parte de nuestro consumo proviene de ésta fuente y afecta de maneras muy diversas a los habitantes de la ciudad y sobre todo al entorno natural.

Aumento de área de captación por conducción

Se puede diseñar una mayor área destinada a captación y conducción del agua de lluvia, por ejemplo, empleando los grandes espacios libres, plazoletas o accesos, zonas bajas y dirigiendo por medio de un pavimento que contenga canaletas, esto es crear a través del diseño de las pendientes, un espacio

que conduzca el agua pluvial a una zona en común y por lo tanto se pueda ampliar el área de captación.

En las siguientes imágenes se observan zonas de captación, que conducen el agua pluvial hasta ellas.



Imagen 28: Rejillas conductoras. Fuente: maderplast rejillas

También existe un sistema de pavimentación y filtración por celdas rígidas de polipropileno, huecas, tridimensionales (celdas de 52 mm de espesor), es muy resistente a la compresión, destinadas a albergar y proteger al césped o gravilla y que cumplen con la doble función de ofrecer una superficie resistente al tráfico de vehículos y facilitar la inmediata infiltración del agua de lluvia. (ver imagen 28)



Imagen 29: Pavimento de celdas permeables. Fuente: Soluciones Urbanas Sostenibles

Diseño Interior

Automatización y monitoreo para la eficiencia.

Se entiende por la integración de la domótica en arquitectura, donde existe una aplicación de la tecnología en el diseño, con el objetivo de automatizar los espacios y edificaciones en general el conjunto de sistemas, aportando servicios de gestión hidráulica, energética, seguridad, bienestar y comunicación.

Se logra a integración por medio de redes de comunicación interior y exterior, cableadas o inalámbricas, y brindando un mejor control y monitoreo de los recursos necesarios respecto al estado y consumo.

Una de las ventajas adicionales es que son sistemas de control que permiten realizar cambios vía internet, desde cualquier parte del mundo, así como tener una medición exacta de los consumos y así poder implementar planes para una mejor administración de los recursos.

Unos de los ejemplos más completos con los mejores resultados, es el sistema generado por Schneider Electric, llamada Smart Struxure, se puede observar en el siguiente ejemplo la solución habilitada en la arquitectura:

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

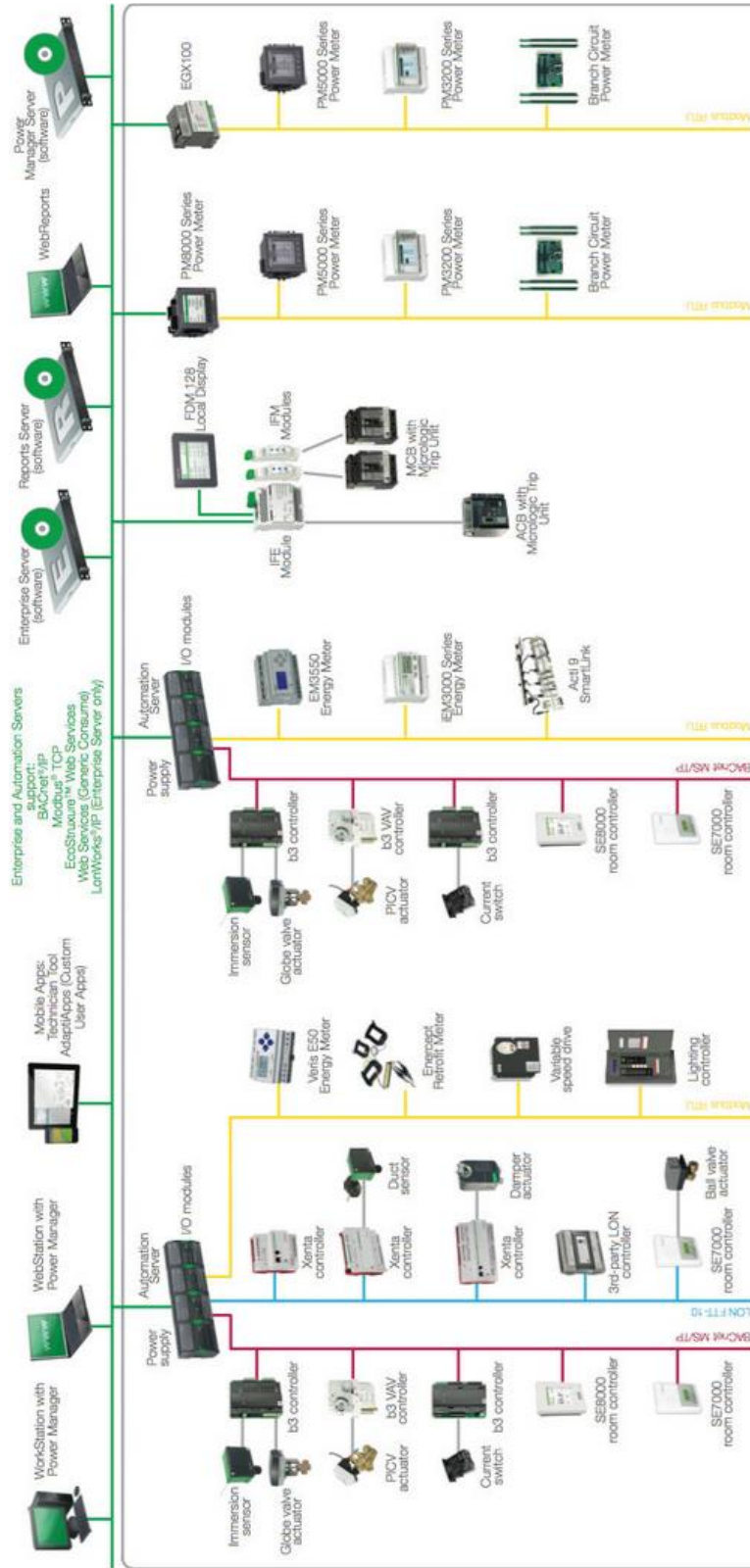


Imagen 30: Sistema Integrado: fuente SmartStruxure.

Sistemas de Gestión Automatizada del Edificio/ Building Management Systems (BMS)

Son sistemas “inteligentes” controlados por un microprocesador de red instalado en un equipo de cómputo para el manejo técnico en edificios e instalaciones como aire acondicionado, ventilación, energía eléctrica e instalaciones hidráulicas.

Es un sistema que administra la función de sus componentes individuales como parte de un programa completo de gestión integrada al edificio para mejorar su desempeño.

La generación de los sistemas BMS fueron la base para la creación de los protocolos del Sistema Abierto de Automatización Integrada.

Se implementó en Medios Web, permitiendo que estos sistemas pudieran ser manipulados desde cualquier parte del mundo solo con acceso a la red. Debido a esto, los proyectos permiten:⁴²

- Vista de toda la empresa y procesos automatizados de control de edificios
- Intercambio de información entre departamentos
- Mayor productividad y eficiencia operativa
- Tiempo de respuesta mejorado a los eventos
- Costos reducidos de instalación y ciclo de vida

Sistema Abierto de Automatización Integrada/ Open System Integration (OSI)

Se refiere a la integración de servicios múltiples en una plataforma en línea como son: manejo técnico en edificios e instalaciones como aire acondicionado, ventilación, energía eléctrica e instalaciones hidráulicas, control de acceso, circuito CCTV de cámaras, sistemas contra incendios, elevadores y otros sistemas.

Los controles BMS de construcción base o DDC utilizan la red WAN comunicarse a sus respectivos servidores y la plataforma de integración.

⁴² Honeywell systems. Consulta nov 2017.

Aplicaciones

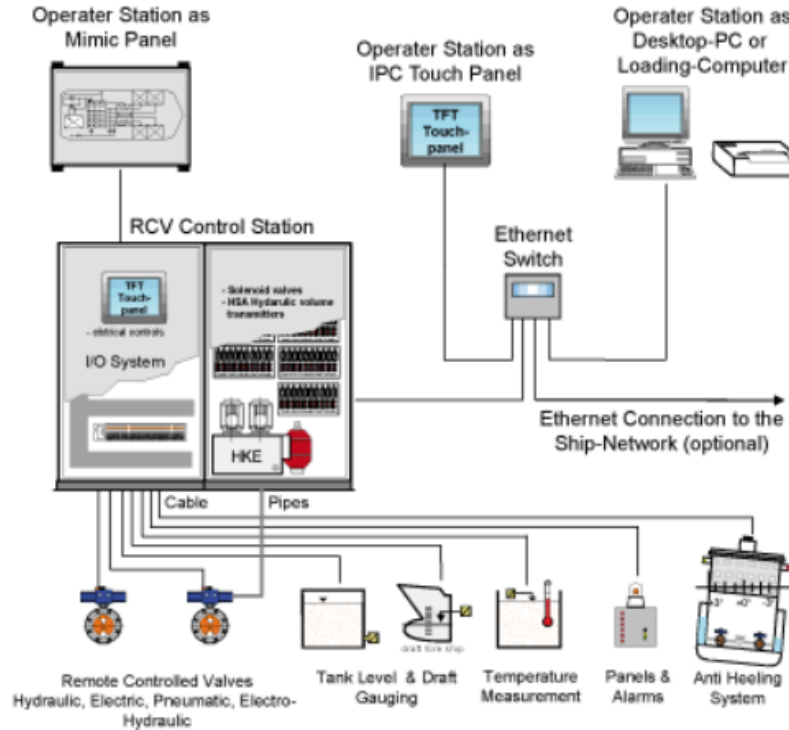


Imagen 31: Ejemplo de funcionamiento. Fuente: systems gmbh, bremen.

Uso de Sensores

Brinda los niveles de agua y los puntos de conmutación de todas las aplicaciones húmedas en un entorno comercial o industrial al Sistema de automatización de edificios

Sistemas de Monitoreo

Facilita el trabajo del operador de la instalación porque es una tecnología única y completa para todas las aplicaciones que tiene un historial probado de fiabilidad y consistencia. Utiliza LEDs de estado intuitivos para cada aplicación para indicarle al operador cuándo un interruptor está activo e inactivo. Consiste en una alarma alta, alarma baja, inicio de llenado, parada de llenado, puente de pérdida de potencia / sensor o culpa.

⁴³Instalación de medidores de agua– monitoreo

Se hace la instalación de contadores por zonas que miden el consumo y ayudan a verificar las estimaciones de consumo de agua.



*Imagen 32: Medidores Honeywell para agua. Medidor general y por niveles.
Fuente: Honeywell.com*

Requerimientos arquitectónicos:

Éstos dispositivos se colocan por zonas, a la vista general para que exista una conciencia del consumo.

Se conectan en serie a una interfaz o medidor general a través del elemento de salida de datos que lo integra.

Eficiencia de los elementos consumidores de agua

Sanitarios de alta eficiencia

Se debe colocar un inodoro con un consumo máximo de 6 litros por descarga. Esto representa un ahorro de consumo de agua potable del 20% en los edificios⁴⁴.

Porcentaje estimado de ahorro: 20%*⁴⁵

⁴³ECODES.Documento técnico de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y edificios de uso público.

⁴⁴ EPAct de 1992

⁴⁵ Porcentaje en función al agua potable destinada para gasto en sanitarios.

Requerimientos arquitectónicos: 46

- ❖ Conexiones: Debido a la alta potencia, la única forma de instalar estos baños es cuando las conexiones del desagüe WC incorporar un accesorio estrella.

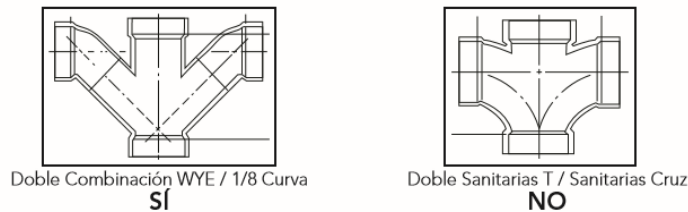


Imagen 33: Ficha técnica URIMAT mingitorios secos.

- ❖ Fontanería: Se clasifica como **gruesa**. La distancia desde la pared hasta el centro de la brida del suelo, debe ser al menos de 10 para 12 pulgadas.

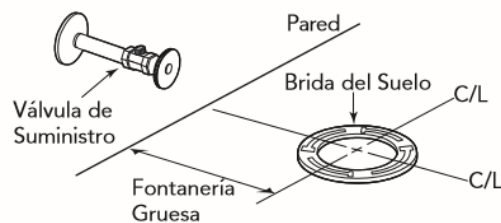


Imagen 34: Ficha técnica URIMAT mingitorios secos.

Urinarios: sin agua⁴⁷

Muebles Sanitarios diseñados para no contener agua y requieren un mantenimiento menor. Los urinarios sin agua se asemejan a los urinarios convencionales, pero eliminan las tuberías de dotación de agua para limpieza, así como los fluxómetros o sensores.

Cuentan con un sifón con tecnología de membrana vertical y un detergente microbiológico que garantizan una utilización sin averías y libre de olores. No utiliza electricidad.

⁴⁶ Información de h₂O hidráulica. Ejemplo de imágenes: Inodoro de dos piezas modelo Drake® II 1G marca TOTO.

⁴⁷ Esquemas de instalación y medidas de los urinarios URIMAT

Los procedimientos diarios de limpieza son los mismos que los del urinario de fluxómetro. Consisten en que en la salida del urinario se coloca un cartucho desechable con un producto para evitar malos olores y que se debe cambiar en función de los usos.

El mantenimiento extremo es necesario, así como el análisis del flujo de aire natural del edificio para evitar malos olores.

Porcentaje estimado de ahorro:100%*⁴⁸

Requerimientos arquitectónicos

Trabajos previos: Limpieza previa extrema de las tuberías antes del remplazo o instalación.

- ❖ Instalación: Se requieren 60 milímetros de la pared al extremo de la junta. Se conecta al drenaje a través de un tubo de salida de 50mm de PVC.

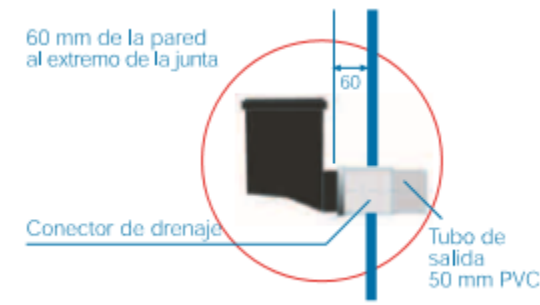


Imagen 35: Conexión.Ficha técnica URIMAT mingitorios secos.

- ❖ Colocación: El siguiente diagrama corresponde a las dimensiones de la fijación del mueble sanitario con la pared a una altura de 885mm, con 310mm a distancia del suelo al mueble, para lograr embonar la conexión a una altura de 410 mm. La distancia entre urinarios es mínimo 750mm de eje a eje. Con el objetivo de que la altura sea adecuada para el uso del mueble, se recomienda que (del extremo

⁴⁸ (agua potable destinada a urinarios)

sobresaliente del frente a al nivel de piso) sea de 62cm, con un mínimo de 40 cm**.

Importante:
Asegúrese de que todas las tuberías se limpien bien cuando se reemplacen urinarios existentes.

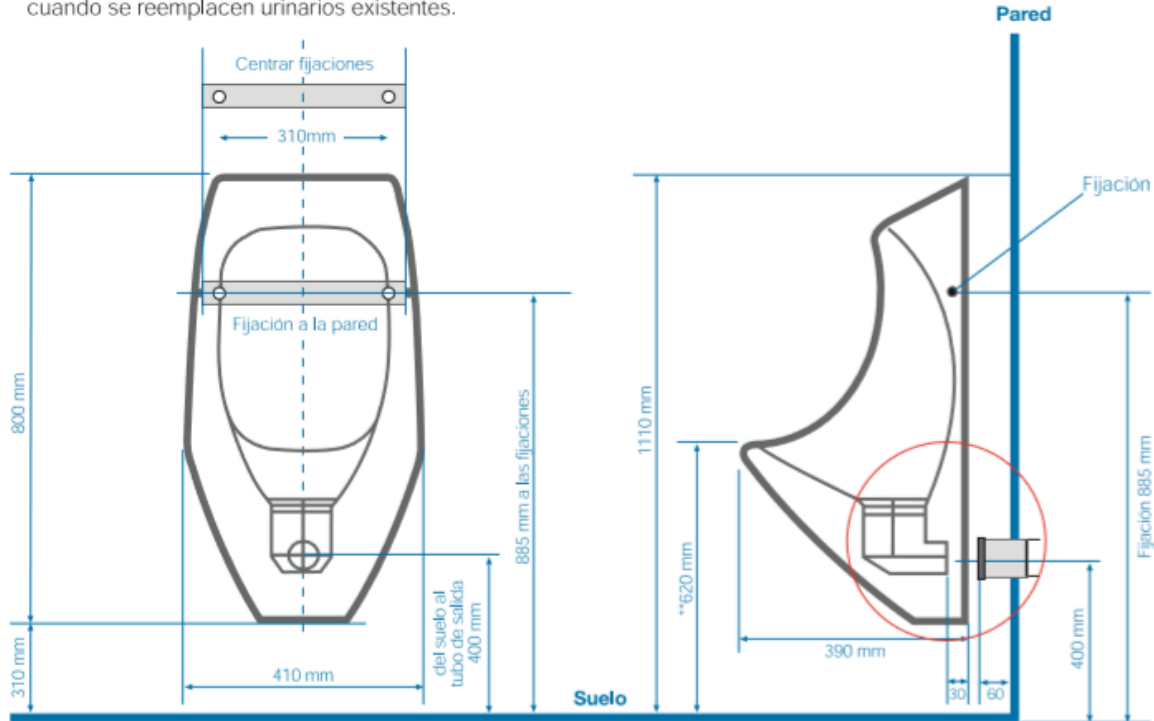


Imagen 36: Diagrama de colocación para inodoro ecológico. Fuente: técnico URIMAT.

*Inodoros de Compost no considerados⁴⁹

Grifos con aireadores y sensores de movimiento

Es un dispositivo que mezcla aire con el agua, incluso cuando hay baja presión, de manera que las gotas de agua salen en forma de perlas. Sustituyen a los filtros habituales de los grifos y a pesar de reducir el consumo, el usuario no tiene la sensación de que proporcionen menos agua. Los aireadores permiten ahorrar aproximadamente un 40% de agua y energía en los grifos tradicionales.

⁴⁹ Por su uso no recomendado en edificaciones con altura mayor a 40m.

Sin embargo, dependerá mucho del tipo de sensor, pues requiere un ajuste a una respuesta inmediata del movimiento, para emplear realmente únicamente la cantidad necesaria.

Sistema HVAC

Con un diseño arquitectónico de acuerdo con una orientación que aproveche el viento dominante del sitio, se puede lograr obtener un sistema pasivo de ventilación. Sin embargo, esto se define a través del análisis del sitio.

Cuando un sistema pasivo tiene complicaciones para ser aplicado, la tecnología nos puede ayudar a reducir la huella ecológica negativa.

Un ejemplo sería la tecnología INVERTER V, que es empleada en el aire acondicionado, utiliza compresores de velocidad variable y puede mantener la misma temperatura con una mínima variación de energía, ahorrando el 35% a comparación con un sistema de enfriamiento convencional. Tiene la capacidad de enfriamiento con una velocidad de 1.7 mayor que un equipo normal, y con una contaminación auditiva de 11 decibeles menos ruidoso al de un equipo convencional. (ver anexo)

Sistema de condensación de Vapor

En la actualidad, se ha hecho un gran avance en tecnología de generación de agua a partir de la humedad del ambiente. Estos sistemas captan el aire y lo conducen a una cámara donde se enfría y se produce la condensación.

El agua se recoge y se canaliza a un depósito. El límite de trabajo está en un 8% de humedad relativa y 45 grados de temperatura, condiciones que cumple la Ciudad de México.

Al cabo del día puede obtener hasta 3000 litros de agua y su consumo eléctrico es equivalente al de una lavadora.

Resumen de muebles

Se puede observar que la elección de los muebles de alta eficiencia puede reducir el consumo de agua en casi 50% ya que, con los muebles convencionales de un sanitario, un urinario y un grifo, se tiene un gasto de 19 litros por uso y

con los muebles eficientes se tiene un equivalente a 9.6 litros por uso.

Elemento	mueble Convencional	mueble Alta eficiencia	ahorro
sanitario	100% 6 litros/d	80% 4.8	20% 1.2
Urinaris	100% 6 litros/d	0% 0 litros	100% 6
grifos	100% 6 litros/uso	60% 3.6	40% 2.4
total de lt	18	8.4	9.6

Tabla 11: Tabla comparativa de muebles de alta eficiencia. Elaboración propia.

Reutilización de agua

Aguas grises

Con el reciclaje de agua en los muebles sanitarios se puede lograr un ahorro del 30% del consumo de agua potable. Mediante los tratamientos adecuados, entre el 50 y el 80% del total de este tipo de agua puede ser almacenado y usada de nuevo en actividades como lavado de carros y riego. No incluyen agua potable, agua de fregaderos, lavavajillas, urinarios o inodoros.

El consumo de agua no potable previsto para el edificio se determina directamente en función del número de usuarios, equipamientos existentes (regaderas, piscinas, zonas verdes, etc.

Agua potable	100%	40%	60%	
Reuso	0%	80%	50%	
Pluvial	0%	10%	0%	Destinado a recaga
hvac	100% 545 litros/dia	65% 354.25	35% 190.75	

Tabla 12: Porcentajes estimados de ahorro. Fuente Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla los porcentajes estimados para el uso de agua. Se provee que bajo la información del reuso

de agua se tenga una disminución del 60% del agua potable al reutilizar un porcentaje de 50% y a través de la ampliación de la superficie de captación de agua lluvia, se destinaría a la recarga de mantos subterráneos.

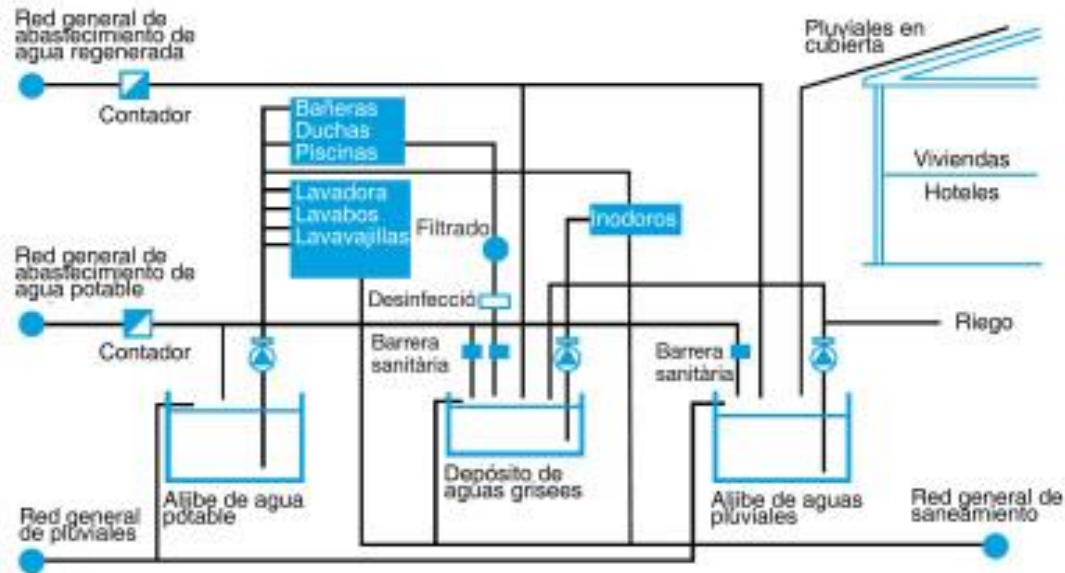


Imagen 37: Funcionamiento de Circuito de descarga para el aprovechamiento de aguas jabonosas. Constructora Grama.

Tratamiento y reutilización de Aguas residuales

Generando un circuito de agua reutilizada, a través del aprovechamiento de aguas grises y agua pluvial, permite que el consumo del agua potable. Los edificios certificados en ésta materia reciben incentivos por el gobierno. Éste hecho supone un rápido retorno de la inversión.

Entre los métodos probados en la ciudad de México, el tratamiento con Ozono ha destacado entre los tipos de tratamiento con mayor beneficio. Permite eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión.

Diferencia entre tratamiento de agua y reutilización del agua

Su variación se encuentra dada a la cantidad de contaminantes que la integran, debido al uso que tuvo.

Las aguas grises o jabonosas pueden ser reutilizadas directamente en actividades como riego y en el inodoro por

su bajo contenido, con esto se refiere a la reutilización por reciclaje.

Por el otro lado el agua con residuos orgánicos o alguno otro elemento contaminante requiere un tratamiento para volver a ser empleadas.

Para efectos de éste documento, se proponen dos usos para el agua gris, ambos para considerar por las dimensiones del proyecto y el porcentaje de áreas libres.

Sistema 1: Reúso al interior de la edificación

Elementos

Un sencillo ejemplo de un sistema rápido se encuentra en el siguiente diagrama

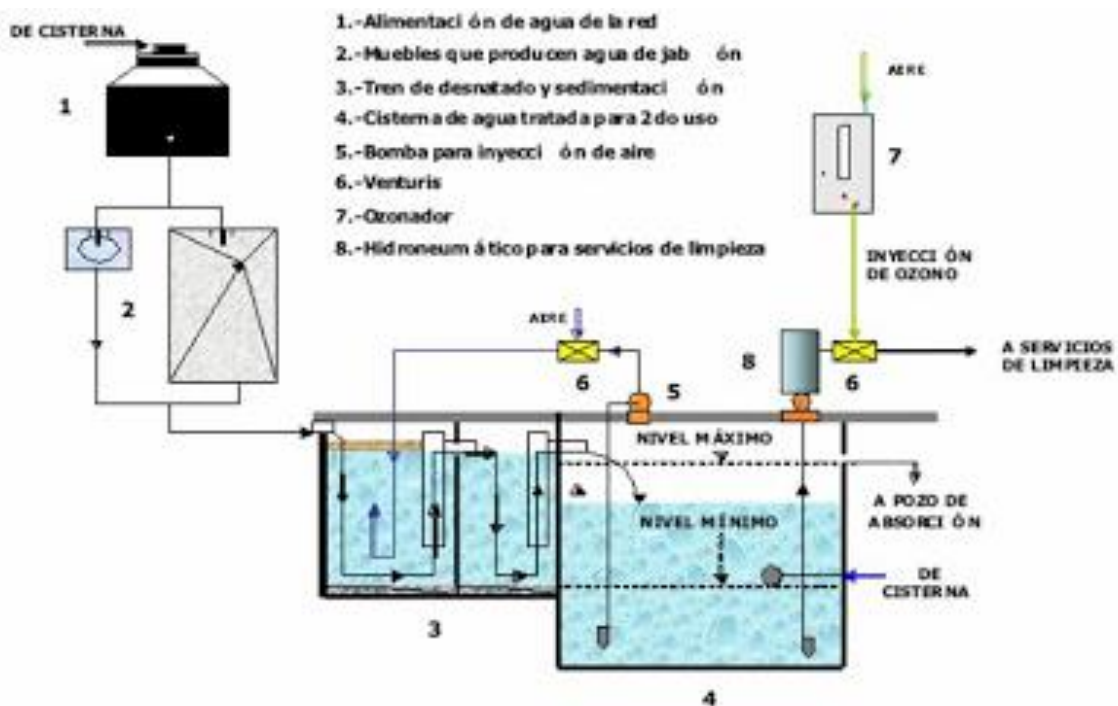


Imagen 38: Fuente: tratamiento-de-aguas.blogspot.mx Consulta May 2018

Requerimientos arquitectónicos.

Realizar la modulación necesaria para permitir la conexión de un elemento a otro.

Para mayor estética, se requiere que la instalación se encuentre cubierta.

Al ser utilizado un WC de bajo consumo, la tubería puede ser aplicada con una tubería de 1" de PVC.

En el nivel máximo que alcanza el circuito, se requiere tener una salida a un pozo de absorción.

Planta de tratamiento: el uso del Ozono

Esta planta tiene la capacidad de combatir el 99% de los contaminantes, incluidos los micro contaminantes, los cuales son difícilmente eliminados mediante otro método, sin producir residuos nocivos, logra que el agua se inserte en el ciclo hidrológico de manera natural y benéfica.

El proceso de oxidación destruye directamente los contaminantes, las sustancias coloreadas, y los compuestos y microorganismos causantes del olor, sin crear subproductos clorados nocivos ni residuos significativos que pudieran afectar negativamente la salud a largo plazo.

Así mismo, es que es sumamente adaptable, lo que le permite a garantizar que la aplicación instalada se adecue a las necesidades de cada edificación. Además, la huella de la instalación in situ se redujo hasta en un 20% como consecuencia de su diseño que ahorra espacio y la disposición óptima del recipiente del generador, las tuberías y los gabinetes eléctricos.

Tratamiento

La técnica se basa, fundamentalmente, en lograr un tiempo de contacto adecuado del agua, con la cantidad adecuada de ozono. El ozono se descompone en oxígeno tras varios minutos no dejando ningún tipo de residual, pero, por consiguiente, tampoco existirá ningún residual desinfectante que pudiera prevenir el crecimiento bacteriológico.

En los casos en los que sea necesario asegurar que el agua de consumo ha sido recién tratada con ozono, el sistema de ozonización se realizará en un depósito con un caudal de recirculación, en donde mediante un inyector vénturi se

añadirá la producción de ozono adecuada, esta cantidad de ozono y por tanto, la concentración de ozono residual en el depósito depende, en primer lugar, de las características de producción del equipo, y en segundo lugar, del tiempo de funcionamiento y parada del mismo. Es decir, mediante el temporizador, es posible aumentar y disminuir el tiempo de producción y de parada consiguiendo en estado estacionario una mayor o menor concentración de ozono. Para sistemas más complejos de regulación y control puede instalarse una sonda de medición de ozono residual en el agua que actúe directamente sobre la producción del equipo para alcanzar el valor de consigna preestablecido como el ideal de concentración de ozono en el agua.

En función del tipo de instalación y la demanda pueden existir otras muchas posibilidades como puede ser inyectar el ozono directamente en la tubería mediante un by-pass.

En definitiva, un tratamiento con ozono nos permite disfrutar de un agua de excelente calidad libre de microorganismos patógenos y en ausencia de cloro y todos los problemas que este agente biocida conlleva.

Almacenamiento

Entre las cisternas de almacenamiento, destacan las cisternas de Ferro cemento. La cisterna es un depósito impermeable de forma cilíndrica, construida con una membrana delgada de concreto reforzada con una malla electrosoldada octagonal de acero (calibre 20). Se construye subterráneamente, cuidando siempre que las paredes mantengan una curvatura que asegure su resistencia. Tiene una capacidad de más de 4,000 litros, dependiendo el diseño.

Su costo de construcción se reduce hasta en 50% con relación a las cisternas normales. Es ideal aprovechar su uso durante la temporada de lluvias, para así utilizar el agua durante la época de más sequía. De esta manera podemos ahorrar la extracción de los mantos freáticos.

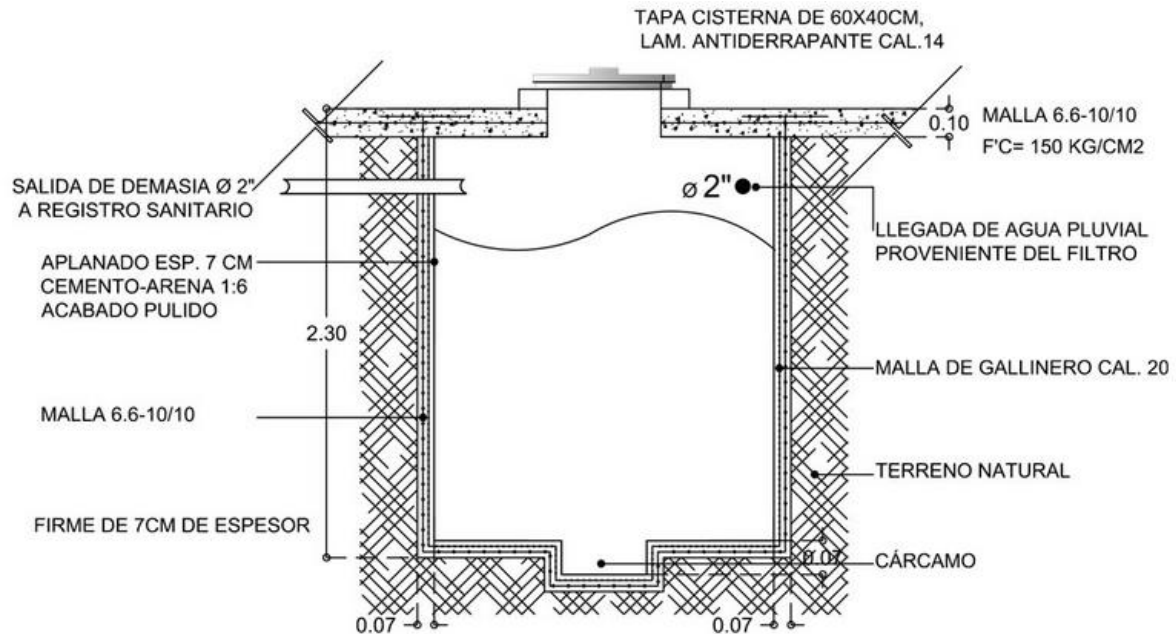


Imagen 39: Propuesta de cisterna de Ferrocemento Fuente: Fundación Vamos a Dar.

Torres de refrigeración depuradoras para aguas residuales

Se trata de un sistema de depuración de aguas residuales donde se usan torres para disminuir la temperatura del agua, antes de proceder a su vertido para cumplir la legislación vigente.

Estas suelen ser torres de circuito único, sin recirculación, en las que se airea el agua. Estas aguas suelen tener concentraciones elevadas de microorganismos que pueden dificultar el crecimiento de *Legionella* (tanto aerobios como anaerobios) y los parámetros físico-químicos se suelen mantener fuera de los rangos normales por su origen. Por tanto, en este tipo de torres no se deben considerar los análisis de parámetros físico-químicos y de aerobios totales en los controles habituales. Será suficiente garantizar niveles de *Legionella*.>>⁵⁰

⁵⁰ Op. Cit. TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS. MSSSI gobierno de España. Cap. 4 Ciudadanos y Salud ambiental en los labores. Pag. 7

Este sistema dependerá de la cantidad de agua residual que se obtenga en el edificio, pues la inversión inicial y de mantenimiento pueden ser elevadas.

Sistema 2: Sistema de retorno/infiltración a mantos freáticos.

Recarga media y superficial

Las aguas superficiales escurren y transitan rápidamente a través de la superficie del terreno a zonas o cuencas topográficamente más bajas.

La Ciudad de México es un área urbana que carece de permeabilidad al subsuelo por su alta población y superficies pavimentadas, por lo que un sistema que considere el retorno del agua lluvia a filtración con la menor contaminación posible es indispensable.

Es importante elegir diseños que provean de elementos como los utilizados en la siguiente ilustración. Dichos elementos favorecerán en gran medida al proyecto a colaborar con la recarga del agua al subsuelo y el aprovechamiento del agua.

Se pueden clasificar en tres tipos de elementos a considerar⁵¹

1. SDF: Site design features ó Elementos de diseño para el sitio.
2. SCF: Site Construction Features ó Consideraciones para elementos en la construcción
3. CP: Construction process ó consideraciones en el proceso de construcción

⁵¹ Iowa Department of Natural Resources. (2009). *Storm Water Manual*. Iowa, EUA.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

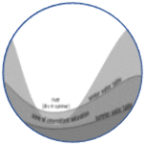


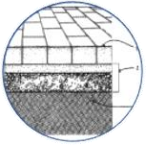


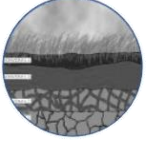




ELEMENTOS DE RECARGA AL SUBSUELO		
 <p>Preservar los caudales o corrientes naturales del agua subterránea y superficial</p>	 <p>Mantener espacios abiertos</p>	 <p>Pozos de infiltración al subsuelo</p>
SDF	SDF	SDF
 <p>Uso de pavimentos permeables y reducir las áreas permeables</p>	 <p>Limitar el ancho de las carreteras vehiculares</p>	 <p>Reducir los requerimientos de distancia de las construcciones o implementarlos con zonas verdes</p>
SCF	SCF	SCF
 <p>Minimizar la modificación del suelo en áreas libres</p>	 <p>Evitar la compactación de las áreas verdes y el daño del suelo</p>	
CP	CP	
ELEMENTOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA		
 <p>Pozos secos</p>	 <p>Elementos de almacenamiento</p>	 <p>zanjas de captación pluvial en azoteas</p>
SDF	SDF	SDF

Tabla 13: Elementos de recarga del subsuelo. Fuente: Elaboración propia. Base: Storm Water Manual, Iowa, EUA.

Para el proceso de recarga superficial existe la posibilidad de:

Infiltración por zanjas ó sumideros.

Que no puede ser empleado en los proyectos ubicados en alta densidad por los daños a las colindancias. Existe la norma que nos dice que la distancia mínima entre el fondo del pozo y la superficie freática será de cinco metros⁵²

Recarga de profundidad

Las aguas subterráneas son más lentas, su velocidad depende del medio por el que transitan, tipo de roca y permeabilidad. La infiltración artificial del agua depende de distintos factores como son el tipo de suelo, el coeficiente de escurrimiento y de infiltración, así como de la precipitación del lugar. Por lo cual antes de infiltrar se requieren hacer estudios previos de las condiciones del lugar. También es fundamental determinar se puede hacer infiltración a través de pozos superficiales o profundos.

El agua subterránea se divide en dos zonas: la cercana a la superficie denominada como zona drenada o vadosa y la zona saturada o freática.

Un aspecto también fundamental para realizar una infiltración adecuada es la calidad del agua. Por esta razón, para recargar los acuíferos con agua de calidad se requiere realizar un tratamiento previo.

Técnica de Recuperación de almacenamiento: Acuífero–Acuífer Storage Recover

Se trata de una técnica utilizada en edificios de escala mayor con una concesión especial para modificar el agua subterránea de mayor profundidad, pues requiere atender las normas de calidad de agua.

La agencia de United States Environmental Protection Agency propone en un manual con una guía para la creación de

• ⁵² NORMA Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007

pozos. Es un proceso que se puede definir como el almacenamiento de agua en un acuífero a través de un pozo durante los períodos de disponibilidad de agua, y la posterior recuperación del agua del mismo pozo. ASR es un tipo específico de sistema de recuperación de acuífero que involucra agua potable. La técnica proporciona la colocación específica de agua en el acuífero y la recuperación de esencialmente la misma agua. Idealmente, el agua recuperada seguirá siendo potable y no requerirá tratamiento adicional. ASR generalmente es perseguido por las ciudades.

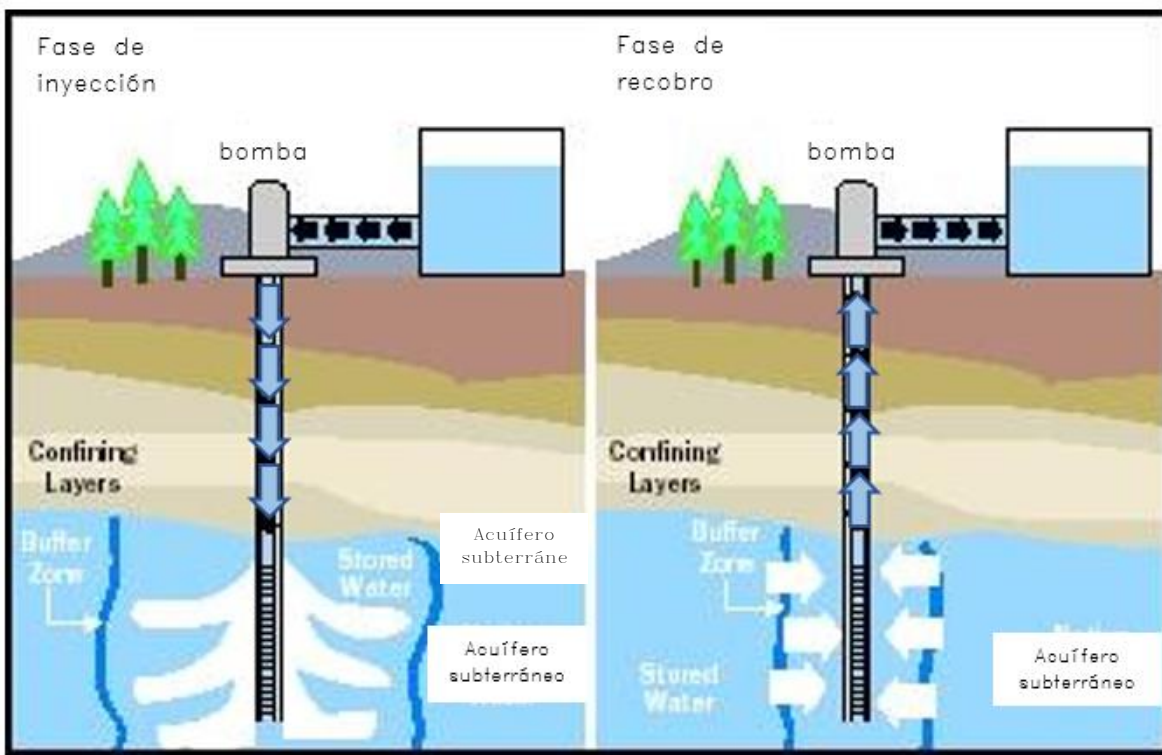


Imagen 40: Sistema de recuperación de acuíferos Acuífero–Acuífer Storage Recover Fuente: United States Environmental Protection Agency con modificaciones propias.

La ASR puede ocurrir en acuíferos salinos (salados) o salobres. Esto es posible cuando el agua de inyección potable desplaza, en lugar de mezclarse con, el agua natural. Se produce cierta mezcla en las franjas del agua almacenada y reduce la calidad de parte del agua recuperada. La prueba piloto de ASR es importante para identificar los cambios químicos asociados con cualquier acuífero.

Ahora hay instalaciones de ASR en muchos países y en varios estados de EE. UU. Comenzando en 1968, la comunidad de Wildwood comenzó el desarrollo de un sistema que ahora tiene cuatro pozos ASR. Cada año, el sistema almacena alrededor de 380 millones de litros (99 millones de galones) durante los meses de poca actividad y recupera unos 300 millones de litros (79 millones de galones) durante los meses de verano.

ASR tiene un valioso potencial de aplicación en numerosos lugares. Muchas ciudades ya están usando ASR para proporcionar una fuente de agua para uso diario, demandas máximas y suministro de emergencia. Es probable que la popularidad de ASR se expanda como un componente del suministro total de agua municipal.

Es claro que la inyección del agua tiene que ser realizada a una gran profundidad, mínima de 48 metros por debajo del suelo, y requiere llegar a un nivel que no represente un cambio repentino en el acuífero subterráneo, pues el suelo con una modificación de gran magnitud podría alterar su composición y dañar las edificaciones colindantes, por este motivo, el sistema es impulsado por planes urbanos más que tener una inclusión en un proyecto de edificación.

CAPÍTULO V: Caso de Aplicación: Torre de Ingeniería UNAM



Imagen 41: Torre de Ingeniería. Fuente: Adtec soluciones

Se trata del edificio con mayor prestigio de la facultad de ingeniería, debido al gran detalle con el que se planteó. Es un edificio de carácter experimental. Se registra que tiene un cumplimiento con la normatividad del Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI, posteriormente PAAS).

Es un edificio perteneciente al Instituto de Ingeniería de la UNAM, insertado en una zona con abundante vegetación y rodeado de áreas de convivencia. El diseño general busca ser apegado al plan original de Ciudad Universitaria, busca la relación del edificio con el estilo formal y conceptual, pero con una interpretación adecuada a la época de construcción.

Ubicación

Cercano al frente de la facultad de Ingeniería, se encuentra al costado oriente de la alberca Olímpica. Al sur del circuito vehicular central del proyecto de Ciudad Universitaria, en la Delegación Coyoacán, zona sur de la Ciudad de México.



Plano de Localización. Fuente: diagrama histórico de Ciudad Universitaria.

Normativas

A continuación, se presenta una tabla de comparación en torno a lo que se encuentra definido en la Ciudad de México como un parámetro para concebir que una edificación sea considerada como sustentable, en comparativa con la puntuación de LEED Internacional.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

	LEED- GREEN BUILDING RAITING SYSTEM		NMX-AA-164-SCF1-2013 Normas Mexicanas de la Edificación Sustentable.	
	Lineamientos establecidos por leadership in energy and environmental design		EDIFICACIÓN SUSTENTABLE CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS	
Requerimientos Específicos	Acción	ARQUITECTURA	Acción	ARQUITECTURA
AGUA POTABLE	Reducción de mínimo 50% de uso de agua potable,	comprobable, en comparación con un sistema convencional	Ahorro hidráulico final de mínimo 20% comparado con una edificación equivalente	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
AGUA LLUVIA	RECOLECCIÓN DEL 95% DEL AGUA IN SITU DE LLUVIA	IMPLEMENTAR MECANISMOS DE MEJORA Por el logro de purificación del agua en un 98% se premia por el cuidado a la salud	Abastecer al menos el 5% del consumo anual de agua potable	Para reducir el 25% mínimo de la descarga pluvial de la edificación calculada para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de 2 años y con una duración de 24
AGUA GRIS	Reutilización de Agua	El uso de aguas grises para descargar inodoros, es fundamental para el ahorro de agua requerido (40%) o proporcionando tratamiento de aguas residuales en el sitio	Hasta un 30 % de las aguas residuales se pueden enviar al alcantarillado público	deben cumplir con los límites permisibles de contaminantes que establece la normatividad vigente
	Accesorios y Muebles sanitarios	Deben ser ahorradores de agua, de mínimo 40% menos que el agua calculada para el edificio con los sistemas tradicionales		El resto se envía a una planta de tratamiento para su uso posterior en riego, uso en excusados y otros fines
AREA LIBRE	25%	Se puede incluir área verde, pero considerando la estrategia de reducción de riego.	variable	El porcentaje de áreas libres debe ser mayor al valor mínimo establecido en la regulación local en un 10 % sin contar áreas de estacionamiento.
COMENTARIOS	El subsuelo es un tema muy poco tratado, los mantos freáticos y su conservación, sin embargo realmente es un porcentaje significativo el que se exige así como enfatiza mucho en el uso de la tecnología para monitorear y corregir a lo largo de la vida del edificio. Y está referido al proyecto considerando etapas desde la planeación y vida posterior de los materiales empleados, se pide incluso la planeación para reducir el transporte de ellos.		Aunque considera los mantos freáticos, los porcentajes de reducción son mucho menos exigentes. Se encuentra muy contextualizado a una ciudad con altos problemas de sobrepoblación, como la parte de no saturar la infraestructura urbana mediante una planeación del desecho de agua, incluyendo la pluvial, sin mayor sugerencia de reutilización, únicamente en zonas de riego. Se pierde una gran oportunidad de reúso. Se basan únicamente en la fase de uso de la edificación y muy pocas precauciones en construcción y posterior.	

Tabla 14: Tabla Comparativa de lineamientos para la clasificación de sustentabilidad en las edificaciones. Elaboración propia



Normatividad Interna Ciudad Universitaria

Existe una serie de **disposiciones en materia de Instalaciones Hidráulicas, sanitarias y de protección contra incendios**, dictaminado por la UNAM tanto para inmuebles nuevos, como para ampliaciones, remodelaciones y rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

Esta publicación tiene como objetivo <<proporcionar a los proyectistas de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de los sistemas de protección contra Incendio, los criterios, requisitos y procedimientos que **deben** cumplirse para su planeación y diseño; teniendo como premisa el ahorro y uso adecuado del agua, así como la seguridad de las personas y bienes>>.

Dichas disposiciones, con el propósito de mejor ahorro, tienen como características:

- Calcula el gasto hidráulico considerando que todos los muebles que se deben instalar son ahorradores de agua.
- **Propuestas de recarga a mantos freáticos** a través infiltración para agua pluvial y tratada, según el suelo que se tiene. Menciona que el agua infiltrada después de uso debe tener un tratamiento, mínimo de nivel 2.
- Requerimientos de calidad para el agua tratada según el uso, así como el procedimiento que se debe seguir para obtenerla de la red de PUMAGUA.
- Sistema para identificar el tipo de sistema anti incendios, el cual sugiere que en últimas instancias y solo en casos necesarios, se utilice un sistema con extinción de agua combinada con productos humectantes.
- Instalación y conexión al sistema de monitoreo anti fugas.
- Separaciones máximas permisibles para colocación de registros en tuberías, los cuales buscan que en caso de fugas, sean fácilmente identificadas.
- **Lista específica de marcas** confiables que cumplen con los requisitos de calidad, aprobados por la DGOC, para todo tipo de elementos, desde las tuberías hasta los sistemas de bombeo, y concretos que se autorizan para la construcción.

Análisis de Elementos

De acuerdo con los puntos recolectados en el presente documento, se evaluará las condiciones que presenta el proyecto, con respecto a los elementos que generan un mayor impacto para la mitigación de agua potable. Éstos elementos son:

Planificación y Diseño General del Proyecto
Impacto Social
Impacto Económico
Impacto Ambiental
Cuidado de los mantos freáticos
Diseño de la Volumetría
Diseño Exterior
Zonas Verdes
Recolección de agua pluvial
Aumento de área de Captación por conducción
Diseño Interior de la Edificación
Automatización y monitoreo para la eficiencia
Eficiencia de los elementos consumidores de Agua
Sanitarios de Alta Eficiencia
Urinarios sin Agua
Grifos con aireadores y sensores
Sistema HVAC
Sistema de Condensación de Vapor
Reutilización de Agua
Reciclaje de Agua

Tabla 15: Puntos principales a considerar para lograr la mitigación recurso hidráulico. Elaboración propia.

Planificación y Diseño General del Proyecto

Impacto Económico

Acciones para el ahorro	Construcción	Se invirtió en Materiales de larga duración y resistencia natural a la intemperie Se evitó el tratamiento de agua local, depende del funcionamiento general de CU
	Operación	30% de financiamiento de la UNAM, 70% renta de instalaciones
	Mantenimiento	Se diseñó con materiales que requiriera poco mantenimiento

Tabla 16: Puntos de impacto económico de la Torre de ingeniería. Elaboración propia.

Este proyecto tuvo un costo total del aproximadamente 12 millones de dólares. En la actualidad opera con 30% de financiamiento de la UNAM y el resto producto de proyectos patrocinados por la sociedad. Éste programa de igual manera renta las instalaciones para congresos o eventos con finalidades de conocimiento.

Se diseñó con la intención de ahorrar energía, y por lo tanto reducir su costo de mantenimiento, mediante los cristales que permiten la entrada de luz natural y su aprovechamiento, así como la ventilación se diseñó para no requerir el uso de sistemas activos de ventilación, únicamente en áreas que lo requieren por higiene, como el auditorio.

Impacto Social

Seguridad del agua	Reducción del impacto negativo	Planificó el retorno del agua al subsuelo mediante la filtración.
	impacto positivo plus	buscó ser ejemplo para los edificios de nueva construcción al integrar soluciones de ahorro de recursos
	Calidad de vida	Se reporta el SEE que afecta a la salud de los usuarios Incluye visuales armoniosas que generan impacto positivo al estado anímico
	Bien social	Vinculación de las empresas asociadas, investigadores y alumnos para proyectos sociales
	Contribución a los cambios de malos hábitos de la población	No cuenta con una infografía publicitaria acerca de la importancia de el ahorro, muestra de manera significativa las tecnologías para el ahorro

Tabla 17: Puntos del impacto social en la torre de Ingeniería. Elaboración propia.

Planeación

El proyecto se creó con la idea de “vincularse al financiamiento de la constructora ICA para crear una organización de investigadores de la UNAM que facilitara el desarrollo de proyectos conjuntos” y así lograr la “vinculación a través de empresas asociadas, investigadores, y de su formación de recursos humanos con estudiantes incorporados a los proyectos para los requerimientos de la sociedad”.

En la concepción se busca que «el inmueble sea prototipo arquitectónico de nuevas construcciones que se establezcan en la UNAM, y en lo posible que sirva de reordenamiento para los existentes, para ver de qué forma la tecnología deba facilitar

el quehacer universitario>>⁵³ Se agregan dos plazas públicas además de espacios libres que servirían como áreas de esparcimiento y sociales.

Busca ser un modelo que integra la inteligencia, a través del razonamiento y el entendimiento de la zona para aprovechar los recursos naturales, la interpretación moderna del lenguaje de ciudad universitaria, así como la unión multidisciplinaria para la obtención de los mejores resultados experimentales. Sin embargo, es muy poca la información que se proporciona acerca del impacto positivo que busca el edificio, o de algún factor que contribuya a que la conciencia del cuidado del medio ambiente se asimile por los usuarios.

Sin embargo, en este proyecto experimental, ha resultado una situación alarmante, ya que la solución arquitectónica ha sido detonadora de un problema interno en los usuarios. Diversas fuentes reconocen que la ventilación del lugar no tiene un correcto funcionamiento, ya que con la operación se ha restringido la salida del aire caliente por la cubierta superior ha generado el SEE (Síndrome del Edificio Enfermo) que el reconocido ante la Organización Mundial de la Salud como un conjunto de enfermedades que sufren los ocupantes y que son ocasionadas o estimuladas por la contaminación del aire en los espacios cerrados o el mal estado del edificio y presentan una facilidad mayor para esparcirse entre los usuarios.

⁵³ Ing. Enrique Pérez García. Revista El Proceso, 23 de abril de 1999.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

Impacto al Medio Ambiente

Obtención del agua potable	Preservar los mantos acuíferos	Fuente de agua potable	Obtención de agua de la Reserva del Pedregal de San Ángel
		número/estimación m3	3000m3 anuales del edificio
		Recarga de mantos acuíferos	Recarga superficial
Recarga de mantos acuíferos	Recarga media y superficial	Mantener espacios abiertos	
		Área libre (%)	Área de Desplante(m2)
		65.28	4535
		Espacios de infiltración natural	
		área (m2)	litros aprox anuales
		8525	
		Uso de pavimentos permeables	
	área pavimentada (m2)	Área permeable (%)	
	1836.7	8.5	
	Limitar las áreas de pavimentos vehiculares		
área de estacionamiento	Áreas permeables		
1552.1	0		
	Recarga de profundidad	No se utiliza	
Soporte a la regeneración natural del elemento hídrico	Minimo impacto ecológico	Zonas verdes en los requerimientos de distancia	
		porcentaje de áreas verdes	65.28
		estado de la conservación	regular
		minimizar la modificación del suelo	
		suelo natural	50%
		areas verdes planificadas	15%
		Evitar la compactación de áreas verdes y contaminación del suelo	
Pozos secos	no se utiliza		
almacenamiento y conducción	Aprovechamiento de agua	Elementos de almacenamiento	
		agua potable	Cisterna (126m3) dimensiones 4*5.25*6
		T. tormentas	Utiliza una cubrera para retener el agua en el área verde, con desfogue en el estacionamiento
		Pluvial	No se almacena, se conduce en su totalidad al área de filtración
		Zanjas de Captación de agua pluvial	
		Techos	31.18 m3 anuales
		plazas	35.5 m3 anuales
		Áreas verdes	66.77 m3 anuales

Materia de Agua

Se tiene la información de que el proyecto cuenta con abastecimiento de agua potable y agua tratada para riego de áreas exteriores proporcionado por PUMAGUA.

Agua pluvial: en cuidado de los Mantos Freáticos

Ciudad Universitaria tiene un abastecimiento de agua pluvial que proviene de la extracción de agua potable viene de fuentes subterráneas y se obtiene a partir de tres pozos de extracción: Pozo de Química, Pozo de Multifamiliar y Pozo del Vivero Alto. En cada pozo se encuentra instalado un sistema automático de desinfección que suministra hipoclorito de sodio al 13% al agua extraída y se monitorea constantemente la calidad del agua al bombear, al almacenarse y al utilizarse, para asegurar que se encuentran bajo los límites permisibles de la norma Norma ISO/CD 5667-11-2006.

Una de las grandes características del edificio es en materia de agua, ya que posee un gran entendimiento del entorno donde está insertado. La zona sur de la ciudad es la zona ideal y la alternativa de recarga de mantos acuíferos subterráneos que existe en la actualidad, en la que este edificio participa de manera activa, ya que posee taludes y una topografía diseñada para el acumulamiento de agua lluvia en los bordes, con la intención de filtrarla al suelo natural.



Imagen 42: Zona verde de filtración. Talud y tubería de conducción hacia la zona de filtración de agua. Fuente Propia

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

De hecho, toda el agua pluvial que cae en la edificación y en sus plazas, es conducida a la zona del lado oriente y utiliza una cumbrera para retener el agua hasta lograr su filtración, con desfogue en el estacionamiento en caso de ser sobrepasada la capacidad.



Imagen 43: Coladeras para conducción de agua al área de filtración, plazas de acceso. Fuente propia.



Imagen 44: Conductores de agua de borde del edificio. Fuente propia.

En la ciudad de México, podemos observar que la información de la posible captación está dada por:

Número de RHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
XIII	11	11	12	28	51	109	126	115	110	57	13	6	649

Tabla 18: Información Precipitación pluvial normal mensual, 1981-2010 (mm). Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Para su dimensionamiento, tenemos que tomar en cuenta los siguientes factores:

- Superficie de captación de agua pluvial del sistema:
Edificación: 1458 m² + 2 plazas de acceso.
- Precipitación media de la zona donde se ubica el sistema:
649 mm

A = F x M X P = Agua que podemos recoger anualmente.

F: Factor de la superficie de recogida (Punto 5.4.1.1).

M: m² de superficie de recogida.

P: Pluviometría anual media de la ubicación.

N = Necesidades de agua no potable en una instalación

Tabla 19: Cálculo de agua lluvia. Fuente: Manual Española

Para esto, se toma la referencia de diversas áreas posibles de captación que una edificación podría tener, un factor equivalente a 0.8 que se trata del factor de una superficie de loseta en azotea. Así mismo, con referencia a la información dada del comportamiento del agua, tenemos que la ciudad de México por su clima se considera que el 52.5% de la precipitación pluvial se evapora, se considera el factor de filtración para obtener el agua que se puede captar en un año.

Superficie de Captación Pluvial	factor de captación para azotea	Número de litros anuales 649lts	Porcentaje de perdida		
			52.50%	6.30%	41.20%
m ²	0.08	A	Evapotranspiración	Filtración	Captación real
100	0.08	5192	2725.8	327.096	2139.104
150	0.08	7788	4088.7	490.644	3208.656
200	0.08	10384	5451.6	654.192	4278.208
400	0.08	20768	10903.2	1308.384	8556.416
800	0.08	41536	21806.4	2616.768	17112.832
1000	0.08	51920	27258	3270.96	21391.04
2000	0.08	103840	54516	6541.92	42782.08
3000	0.08	155760	81774	9812.88	64173.12
4000	0.08	207680	109032	13083.84	85564.16
5000	0.08	259600	136290	16354.8	106955.2

Tabla 20: Cuadro comparativo de litros de agua de captación pluvial anual a partir de la precipitación en la Ciudad de México. Elaboración Propia.

Si calculamos el agua que se podría captar anualmente si extendemos el área de captación con ayuda de la plaza oriente y poniente, tenemos que el área de captación se incrementó 114%, esto nos da que al año se estarían recolectando 66.77 m³. Cantidad de retorno a los mantos acuáticos subterráneos.

	Superficie de Captación Pluvial	factor de captación para azotea	Número de litros anuales 649lts	Porcentaje de pérdida		
				52.50%	6.30%	41.20%
	m ²	0.08	A	Evapotranspiración	Filtración	Captación real
Edif	1458	0.08	75699.4	39742.2	4769.1	31188.14
P1	857.6	0.08	44526.6	23376.5	2805.2	18344.96
P2	806.1	0.08	41852.7	21972.7	2636.7	17243.32
						35588.27
					total lt	66776.41

Tabla 21: Calculo de captación final para la torre de ingeniería.
Elaboración Propia

Diseño exterior

Anteriormente, el sitio que ocupa este proyecto era el parque puma de beisbol. El campus de Ciudad Universitaria formaba parte de la reserva protegida del Pedregal de San Ángel y en general se respetó la vegetación nativa, ya que la que rodea el edificio, está compuesta principalmente por Xerófitas, que son las plantas nativas de la zona del pedregal, un xerojardín se asocia a una selección de especies de bajos requerimientos hídricos y con capacidad de adaptación climática a la zona.

El uso de la vegetación Xerófitas, correspondiente a la vegetación de la zona.

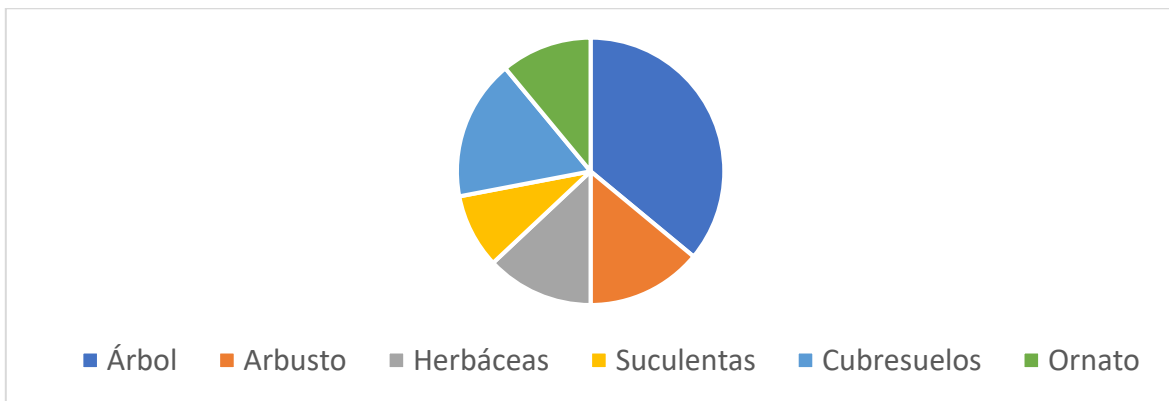


Tabla 22: Tipos de vegetación en la zona de ingeniería. Proyecto RAM. Facultad de Ingeniería



Tabla 23: Plantas existentes y autóctonas, proyecto RAM, Instituto de Ingeniería

Tratamiento de Agua

En Ciudad Universitaria, desde inicios de la década de 1970 se consideró que era necesario disminuir la descarga de aguas residuales en el subsuelo y procurar su recolección y procesarla para su reutilización. Así, se construyó el Sistema de captación y suministro de aguas tratadas para el riego de áreas verdes, que actualmente está formado por cuatro subsistemas: el de captación —constituido por una red de alcantarillado—, el de tratamiento —que incluye dos plantas de tratamiento de aguas residuales y un tanque de homogeneización recientemente construido—, el de almacenamiento —que consta de doce cisternas— y la red de distribución de agua tratada —cuya longitud abarca más de 2.9 kilómetros.

La torre de Ingeniería sigue requiriendo de éste arduo proceso de transportación de agua para mantener sus áreas verdes en buenas condiciones, sin plantear una solución para disminuirlo. Aún así se calcula que el solo el 60% del agua de riego proviene de agua tratada, el 40% es agua potable.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

Reciclaje de Agua	Tratamiento de agua	Tratamiento primario	Consumo sin contacto directo
		Tratamiento secundario	No se utiliza
		Tratamiento terciario	Consumo directo/ingesta

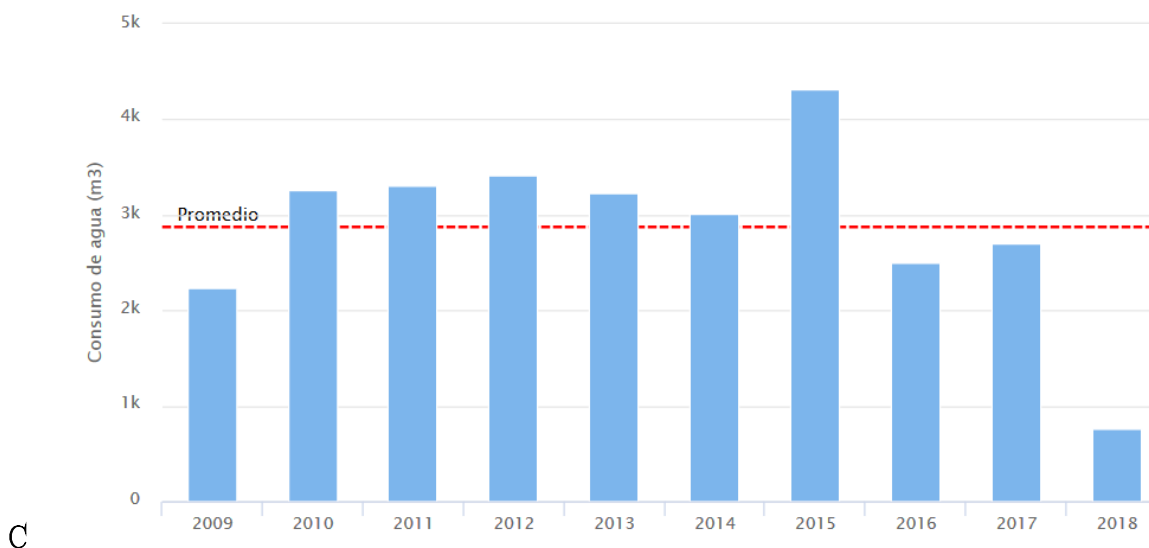
Tabla 24: Elementos de la Torre para reciclaje de agua. Elaboración propia.



Imagen 45: Sistema de Riego en zonas exteriores, consta de Aspersores. Fuente propia.

Análisis de la Visión de PUMAGUA

El edificio se encuentra en el sector 3 del sistema de Pumagua, El consumo anual lo apreciamos en el siguiente diagrama.



C

Imagen 46: CONSUMO ANUAL DE AGUA Fuente: Consumo Torre de Ingeniería, observatoriodelagua.unam.mx

Podemos analizar la información de consumo del edificio, tenemos que el consumo de agua potable, en todo el tiempo de funcionamiento es de 3000m³ en promedio.

Así mismo, los años con menor consumo, son los años recientes, lo cual equivaldría a una notable mejora en la administración del recurso; sin embargo, la baja reciente en la utilización es debido a la baja en la ocupación y por lo tanto en la población.

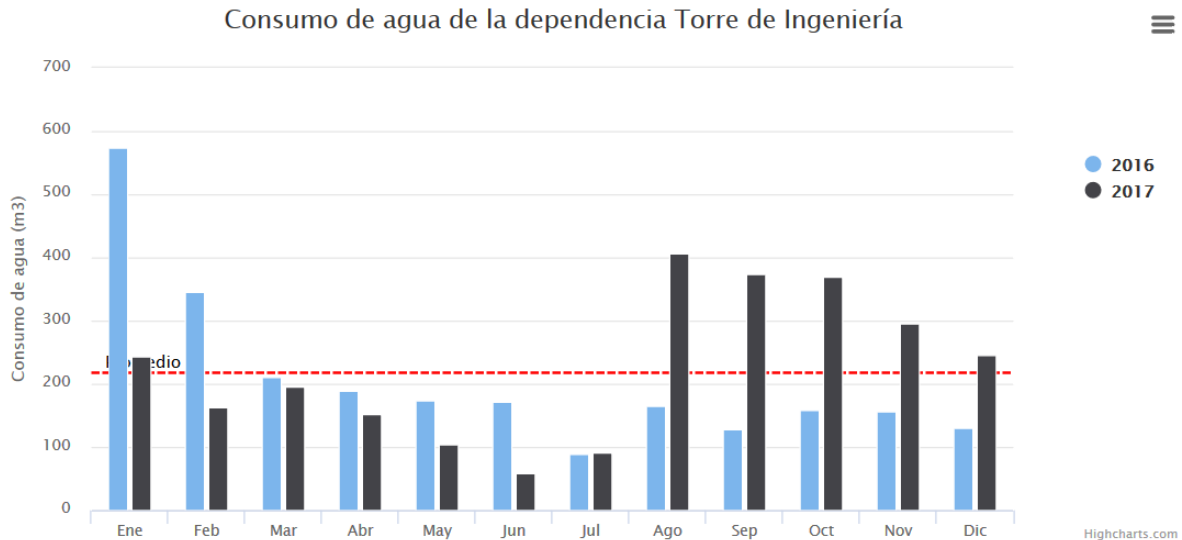


Imagen 47: Comparativo año 2016 y 2017. Fuente: observatorio del agua UNAM.

Sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo que se emplea en general por ciudad universitaria es un sistema que es controlado por PUMAGUA y la Dirección General de Obras. El edificio internamente no presenta un sistema de monitoreo de gasto de agua o un monitoreo para localizar fugas.

Esta situación es sumamente alarmante, ya que, según fuentes cercanas a la administración de los recursos hidráulicos de Ciudad Universitaria, el edificio no realiza una medición de los recursos hidráulicos, ya que no es un recurso por el cual se cotice un pago a los usuarios que rentan éstas oficinas en la torre, a diferencia de lo que pasa con el sistema energético.

Fugas

Consultando la información pública del portal, podemos encontrar, no solo el consumo anual, sino también un parámetro llamado “semáforo de fugas” donde se hace pública la información de los problemas en la actualidad del sistema hidráulico.

En la consulta del mes de abril, se observa que la siguiente información:

CAMPUS	DEPENDENCIA	SEMÁFORO DE FUGA
Ciudad Universitaria	Torre de Ingeniería	 2483.91 lt/día

Tabla 25: Semáforo de Fugas, Torre de Ingeniería. Fuente: observatorio de la UNAM. Consulta abril 2018

A partir de la información, podemos ver que el sistema pierde 2483.91 litros por día, 77001.21 litros por mes. Sin el control de esta fuga se perderían 924000 litros por año, es decir, se el 308% del gasto promedio del edificio, es el triple del gasto de agua potable promedio con ocupación.

En una consulta con el departamento de PUMAGUA, localizado en la Torre de Ingeniería, revisando el nivel de fuga que se puede encontrar en el Observatorio del Agua para la torre de ingeniería, la califican como una fuga que no requiere prioridad.

Se menciona que el tiempo promedio de ataque a solucionar las fugas va en un promedio a 1 mes, pero principalmente el programa tendrá un enfoque en las fugas de mayor a menor magnitud a nivel de Ciudad Universitaria. Según las estadísticas que el programa recauda, la gravedad de esta fuga es mínima en comparación con otras existentes en el Campus, por lo que no se determina el tiempo para repararla.

Funcionamiento hidráulico

El Edificio cuenta con un sistema hidráulico compuesto por:

contra incendios	Bombas picsa	1 bomba	Picsa serie 130
		1 bomba	Picsa– Sección 340
agua potable	Sistema Hidroneumático	Tablero de Velocidad Variable	Contiene un tablero para control de velocidad variable que mantienen por presión constante con un consumo de energía mínimo.
		3 bombas	Tipo 341– Bombas centrífugas de succión axial
		2 tanques WELL–X–TROL ASME	se utilizan para controlar el arranque secuencial de las bombas principales. Al mismo tiempo, se reducen las variaciones rápidas y se proporcionan a la bomba auxiliar tiempos de funcionamiento mínimo garantizado durante los períodos de demanda pico.
		Cisterna	Capacidad de 126m ³ dimensiones 4*5.25*6m

Tabla 26: Equipos del Cuarto de Máquinas, torre de Ingeniería. Investigación propia a partir marcas y modelos.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta



Tabla 27: Equipo antiincendios. Cuarto de Máquinas Torre de Ingeniería.
Fuente: propia.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

La plaza Oriente es la parte de servicios, donde se encuentra todo el equipo, cuarto de máquinas y cisterna.



Imagen 48: Registro 1 y 2. Llave de paso y Cisterna. Fuente propia



Imagen 49: Registro 3. Cuarto de bombeo. Equipos hidráulicos. Fuente propia

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

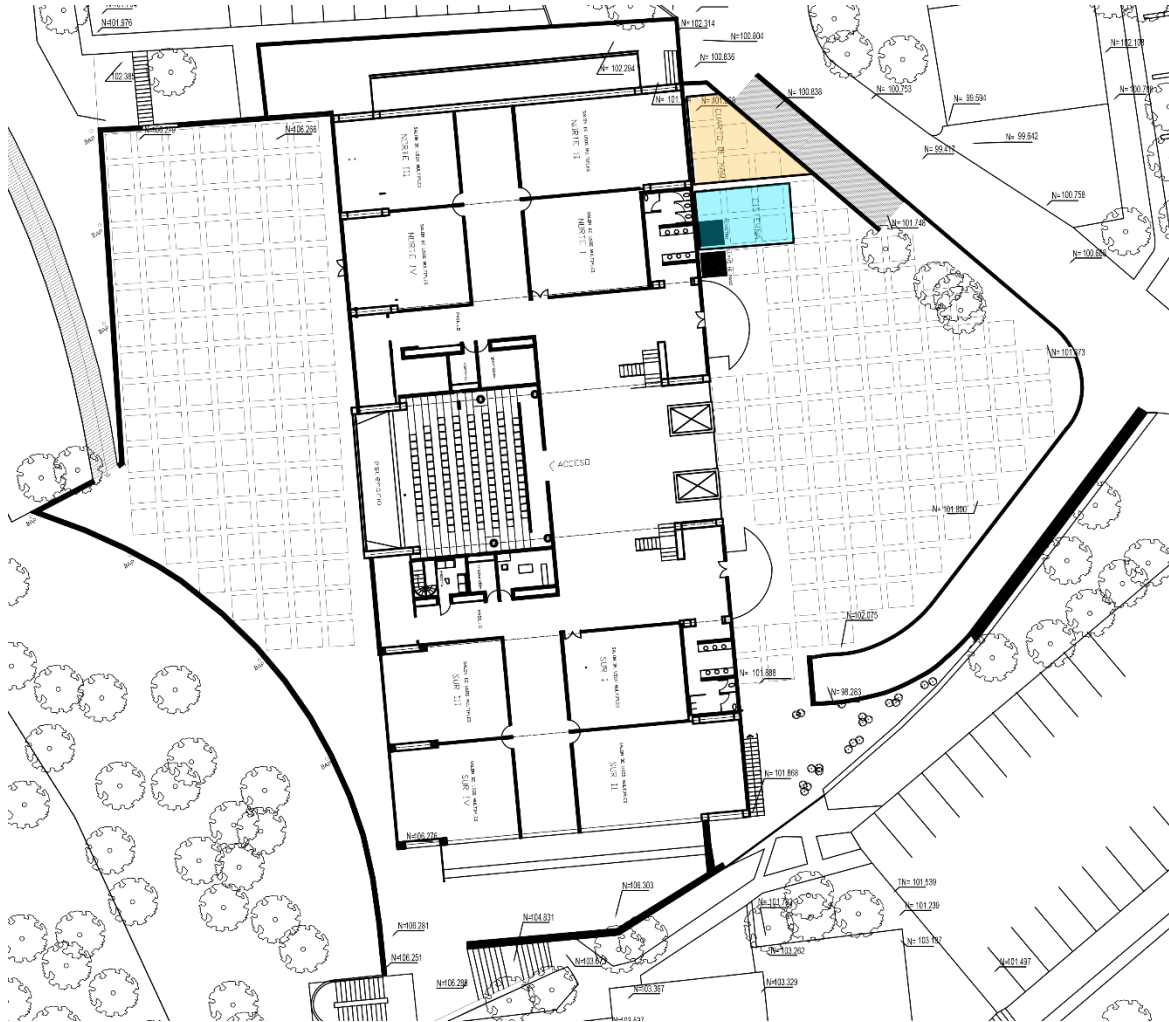


Imagen 50: Ubicación de Cuarto de máquinas(amarillo) y cisterna (azul)

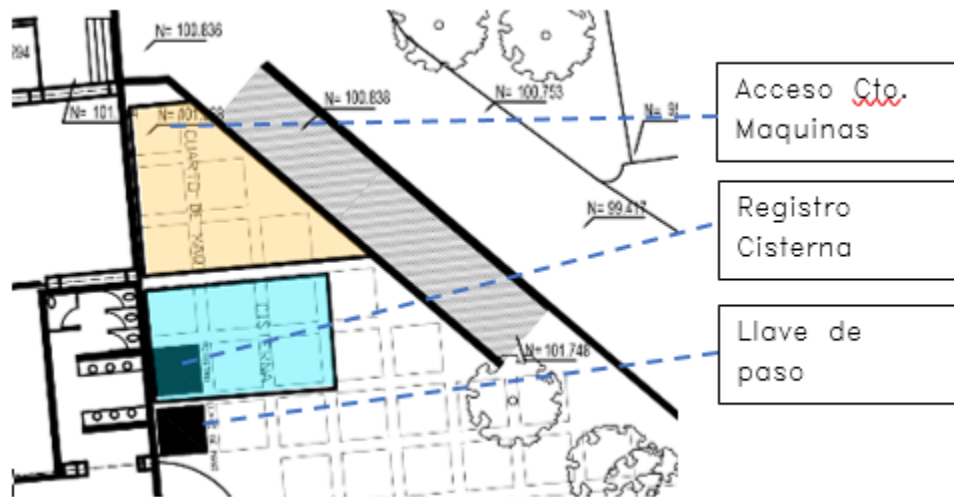


Imagen 51: Ubicación de Registros. Elaboración propia



Imagen 52: Equipos de control hidráulico, Depósitos para sistema de agua y tablero de velocidad variable, agua Potable. Torre de Ingeniería, Fuente propia.

Anteriormente, el sistema de agua potable contaba con calentadores de agua, los cuales se encontraban conectados a paneles solares para recibir energía. A partir del sismo del 19 de septiembre del 2017, se removieron del último nivel, por motivos de seguridad, ya que sufrieron daños en el soporte.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta



Imagen 53: Ala Poniente, uno de los extremos de donde se removieron los paneles solares. Fuente Propia.



Imagen 54: Antigua ubicación de los pãneles solares en terraza .Elaboración propia

Diseño Interior

Se tiene el análisis del interior del proyecto en el siguiente esquema:

Diseño de la Volumetría

Emplazamiento para el aprovechamiento de los recursos naturales	Funcionamiento de sistemas pasivos en el edificio	Energía Solar	
		Reducción de transferencia de calor	Por medio de las terrazas en fachada este y oeste y las cortinas con filtro solar, lo cual reduce un 70% de la entrada de calor al edificio
		Uso de iluminación natural	Las 4 fachadas proporcionan luz natural por 11 horas, pero el mobiliario obstruye la dispersión. El porcentaje se reduciría de 70 a 40% de áreas iluminadas
		Vientos dominantes	
		ventilación interna	Sistema de doble fachada que ingresa el aire en las fachadas norte-sur por medio de una rendija a cada nivel
		Regulación de la temperatura	Salida del aire caliente por el domo superior
		Agua pluvial	
		Agua empleada para actividades internas	0% el área va al subsuelo
		Ampliación del área de captación	Captación en ambas plazas y en el edificio
		Materiales	Control de calidad
Sistemas			

Tabla 28: Consideraciones del diseño de la volumetría torre de ingeniería, elaboración propia.

En el arranque cuenta con taludes de pasto y piedra braza. Este talud permite que, por pendiente, el agua lluvia tenga un acumulamiento en la zona lateral y sea filtrada al suelo natural.

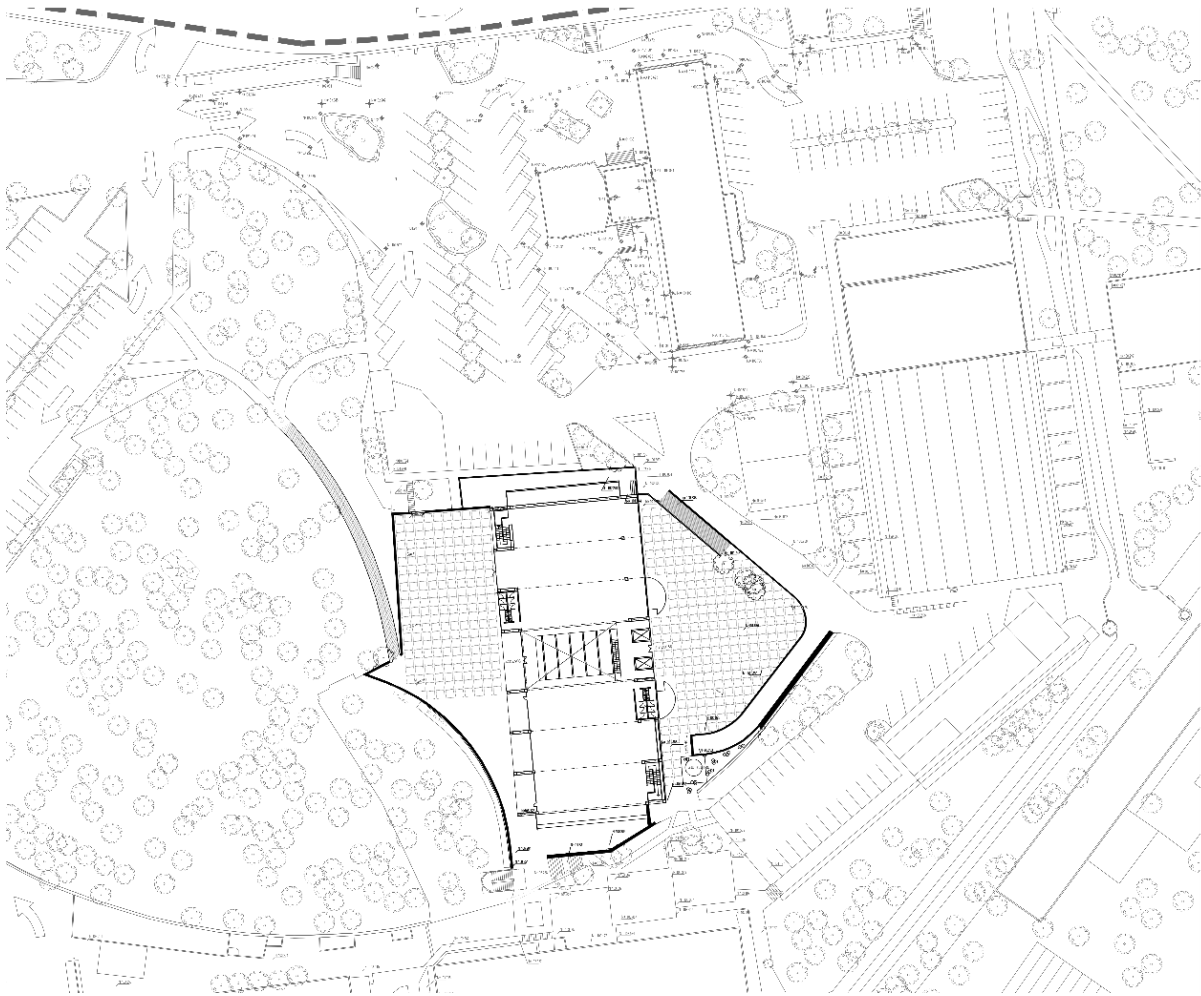
El acceso peatonal entonces se encuentra a través de un corredor que comienza a nivel de piso y posteriormente se eleva sobre el talud, con una pendiente suave hasta la plaza del acceso, atravesando una zona arbolada.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

Dos grandes plazas prescinden a los accesos, rodeados de las características áreas verdes de Ciudad Universitaria, moduladas cuadrangularmente.

Área	Dimensiones
Plaza principal	857 m ²
Plaza trasera	806.1 m ²
Áreas verdes	8525 m ²



Plano base de la Torre de Ingeniería, Elaboración propia.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

El volumen, compuesto de 10 niveles, 2 subterráneos y 7 en superestructura. Es una planta rectangular de 52x27m, equivale a una superficie de desplante de 1458m². Esto significa también, que, si se tuviera un programa de captación de agua pluvial, se contaría con esta área de captación.

La estructura utiliza fundamentalmente materiales como concreto armado en la base que recibe una estructura ligera compuesta de columnas de acero y entrepiso de losacero, así como numerosas cancelerías y vidrios, material multiperforado y cortinas translúcidas con filtro solar. El último nivel de cubierta cuenta con un recubrimiento plastificado. Son superficies que tienen una gran permeabilidad.

La Torre cuenta con poco más de 14,000 m² de superficie total construida:

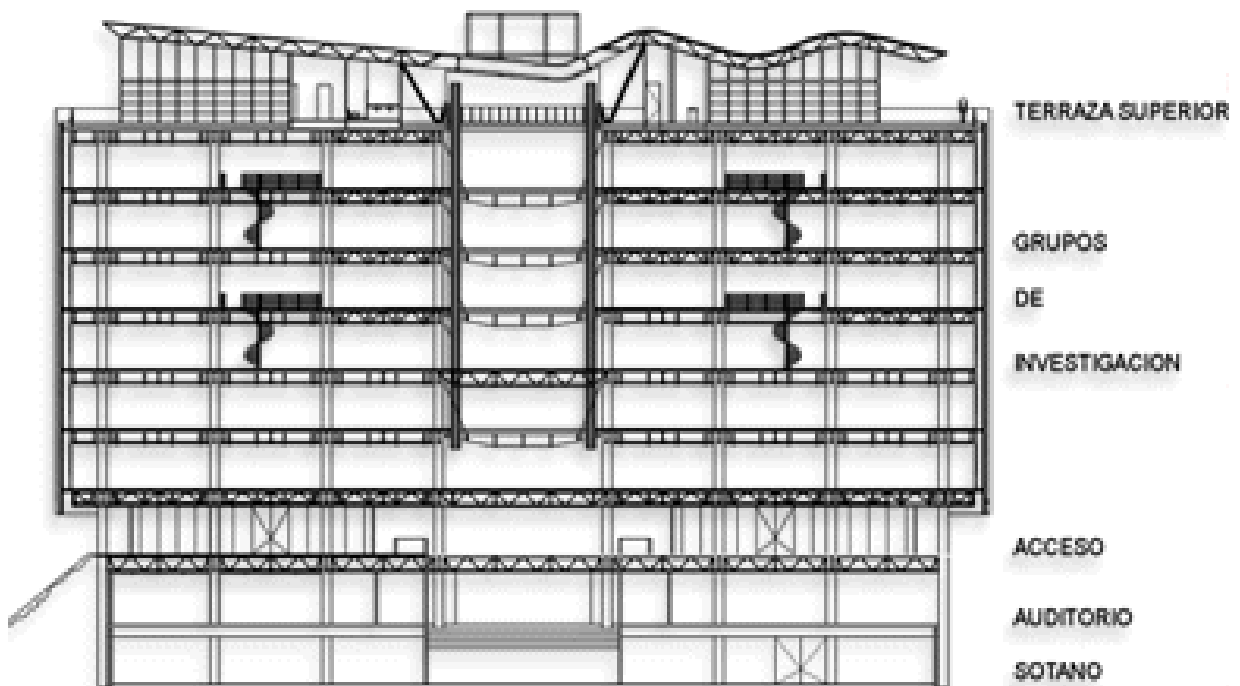


Imagen 55: Corte del edificio de la Torre de Ingeniería: Fuente: <http://proyectos2.iingen.unam.mx/Gacetillas/abril00/torre.html>

Distribución de los espacios

Acceso

El nivel de acceso tiene espacios flexibles para adecuar salas de exposiciones y una cafetería. Se trata de un proyecto que se inserta de manera adecuada a la topografía del lugar. Sus plazas, principal y trasera, se nivelan para generar un gran cajón con niveles de sótano, semi subterráneos, iluminados y ventilados en un porcentaje con iluminación natural.



Imagen 56: Plaza de acceso principal: Sistema de ingreso de luz natural al interior de los niveles subterráneos. Fuente: Propia



Imagen 57: Plaza de acceso principal: Sistema de ingreso de luz natural al interior de los niveles subterráneos. Fuente: Propia

Sótano

El primer nivel sótano se compone del de auditorio con capacidad para 127 personas y que cuenta con dos salas de usos múltiples que pueden dividirse hasta en 16 espacios.



Imagen 58: Vista de pasillo, con la posibilidad de conexión y a salon sur III. Fuente propia.



Imagen 59: Los salones de uso múltiple tienen paneles plegables para división. Fuente: propia.

El segundo nivel de sótano es de estacionamiento con capacidad de 200 cajones para los ocupantes del Instituto y bodegas.

Oficinas

El emplazamiento de este proyecto se pensó de acuerdo con posicionarlo en la orientación adecuada para solucionar la ventilación mediante un sistema pasivo.

El sistema de ventilación pasiva, diseñado para evitar el gasto eléctrico de equipos mecánicos y que así mismo evita el gasto de agua en ellos, consta de la conducción de aire mediante tubos que transportan el aire a múltiples espacios interiores.

Desde la concepción de la edificación se buscó el máximo ahorro energético, no solo en iluminación, si no, también en el sistema de aire acondicionado. Se solucionó de manera pasiva mediante fachadas dobles en fachadas norte y sur, por medio del paso del aire en éstas dos fachadas.

La edificación se compone de plantas libres con un atrio central libre, al que se dirigen los tubos de aire, por el que se distribuye el aire captado y permite que el aire de mayor temperatura se evacúe en forma superior; sin embargo, artículos de los años posteriores a la construcción han mencionado que la ventilación de los últimos niveles no brinda el confort que debería, debido a que se ha restringido la salida del aire por este atrio, produciendo el efecto chimenea.

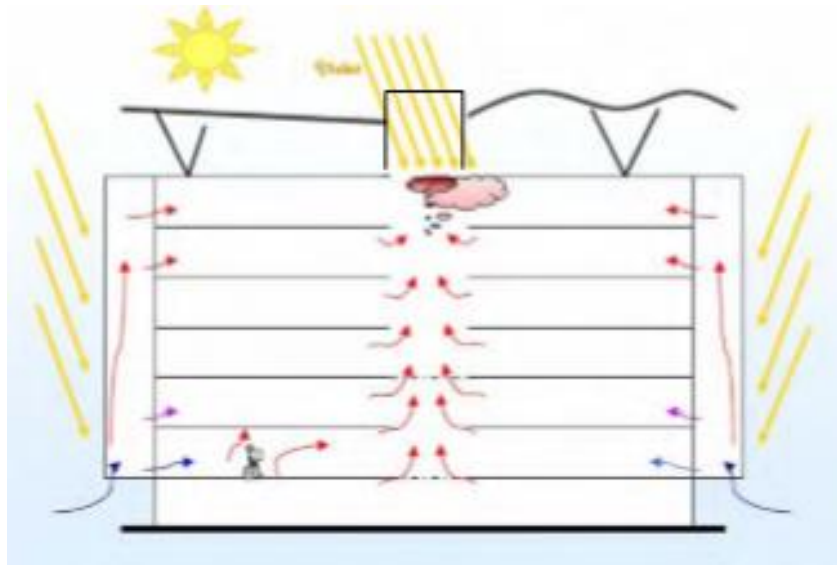


Imagen 60: Diagrama de circulación del Aire al Interior de la torre. Ing David Abraham Barrera 2008

Como se puede observar, el atrio, que debería funcionar como una salida para el aire a mayor temperatura, pero en el uso

actual del edificio, éstas salidas están bloqueadas y junto con el domo, solo conjuntan el aire caliente en los niveles superiores, afectando el confort y la habitabilidad de los espacios a ciertas horas el día.

Fachada Norte- Sur

Está formado por un sistema de doble fachada, donde se genera una circulación de aire desde abajo hacia arriba del edificio, logrando el ingreso del aire frío a los distintos niveles por medio de rejillas en la fachada interior.



Imagen 61: Situación anterior :Doble fachada Norte-sur. sistema de ventilación y climatización pasivo, (circulación natural del aire por convección con cero consumo de energéticos) Por Yolanda Bravo Saldaña

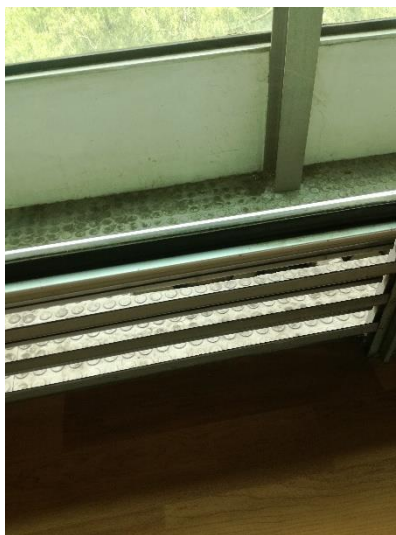


Imagen 62: Rejillas de acceso de aire, en la fachada interna. Fuente propia.

Fachada Oriente–Poniente

Se compone de un sistema de terrazas cubiertas con rejillas y material multiperforado, así como pantallas solares, que cuentan con sensores filtrantes que evitan la ganancia de calor al interior.



Imagen 63: Fachada Oriente desde el nivel 3. Sistema de terrazas para reducir incidencia solar. Fuente propia.

En los costados oriente y poniente del edificio se colocaron cocinetas en cada nivel para servicio a los trabajadores, en la imagen se aprecia que utilizan de igual forma el material perforado (en los ductos) y las rejillas fijas (en ventanas) para permitir la entrada del aire del exterior al interior.



Imagen 64: Cocineta Nivel 3. Fuente propia.

Ésta edificación utilizaba hasta hace poco una iluminación con lámparas T8, con las cuáles proporcionan una iluminación lineal, que reduce el número de luminarias necesarias por nivel; sin embargo, con un sistema de electricidad que se controlaba mediante interruptores termomagnéticos en tableros locales, esto es un sistema que no tiene la opción de iluminar ciertos locales, elegidos por los usuarios; si no que tiene que al estar encendido un tablero, se iluminan todas las áreas que éste incluye, incluso las que no están siendo requeridas o utilizadas, generando un gasto de electricidad importante.

Recientemente este problema fue solucionado al ingresar un sistema de iluminación manual, el cual ahora puede ser local mediante un sistema de control elaborado por el propio instituto de Ingeniería.



Imagen 65: Tablero de Control de Iluminación. Torre de Ingeniería N3. Control Manual de la iluminación, para controlar locales. Fuente propia.

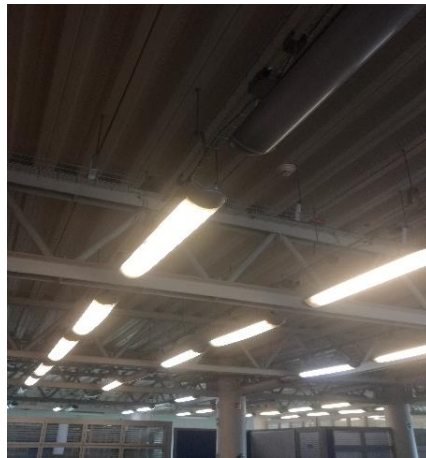


Imagen 66: Sistema de Iluminación empleado. Torre de Ingeniería. Fuente propia

Tiene una subestación provisional de 440v, que distribuye la energía a través de un transformador trifásico y evita el daño de las instalaciones y equipos ante una falla de energía.

Se caracteriza por la flexibilidad de espacio que puede llegar a tener, ya que, al ser una planta libre, puede ser fácilmente modificable y adaptable a diferentes esquemas de orden.



Imagen 67: Tipología del mobiliario para oficina. Torre de Ingeniería, Fuente propia.

Terraza

En el nivel terraza superior existe una sala de juntas de lujo, un salón de eventos y un comedor para dar servicio de alimentos a los participantes de actos académicos (seminarios, congresos, cursos, etc). De igual forma 2 núcleos de sanitarios.

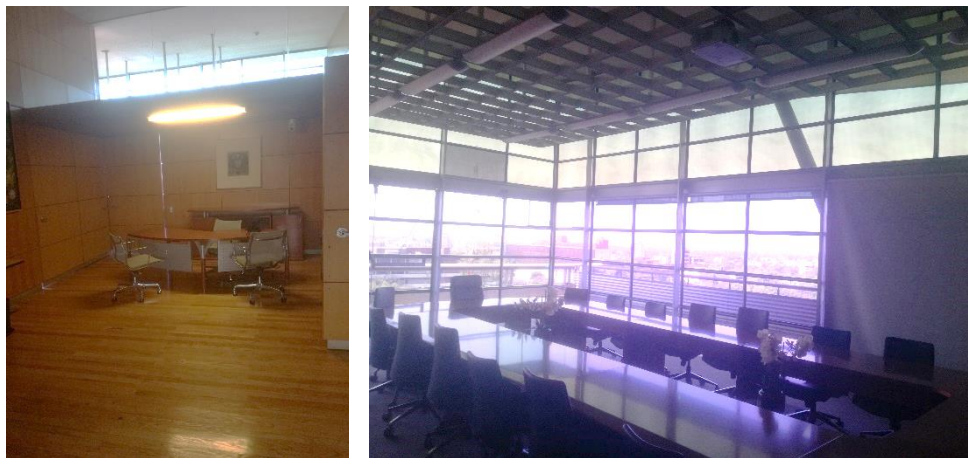


Imagen 68: Recepción y Salón de Juntas. Torre de Ingeniería. Fuente Propia.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta



Imagen 69: Cocina equipada. Nivel Terraza. Fuente Propia.

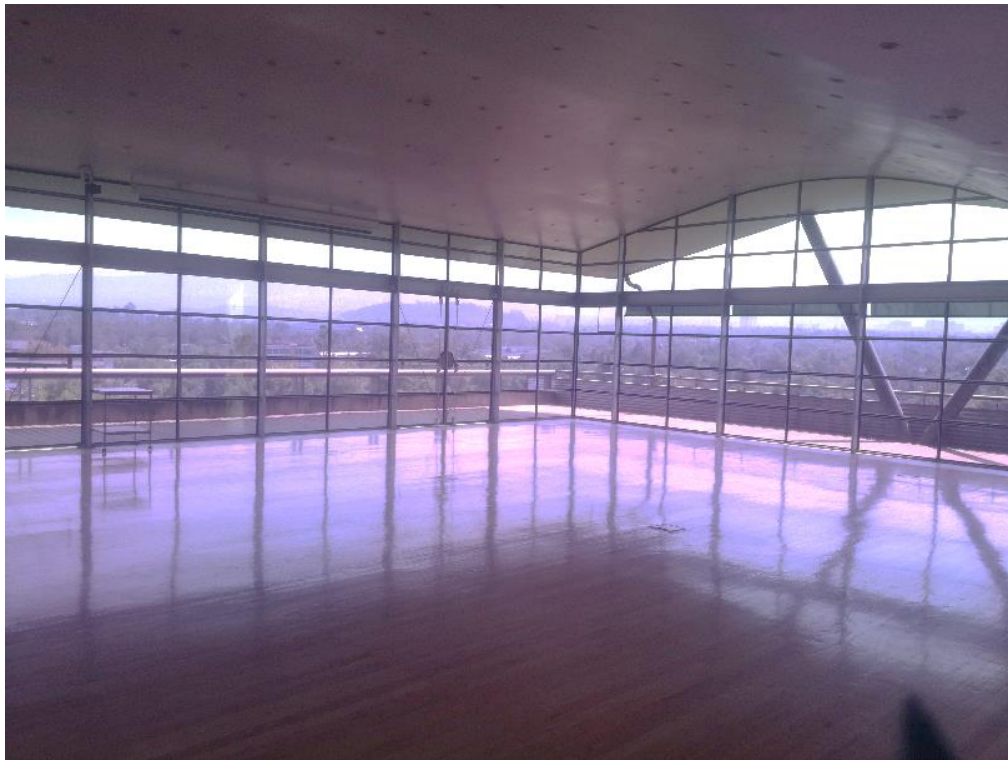


Imagen 70: Salón de Eventos. Nivel Terraza. Fuente Propia.

Conclusiones:

Alcances

Promover el reúso, reciclaje y captación de agua pluvial con una mayor eficiencia como una alternativa para mejorar el aprovechamiento del agua e integrar factores de sostenibilidad.

Desarrollar las principales estrategias de diseño para lograr mitigar el mayor porcentaje de agua potable en un edificio.

Analizar las condiciones que se requieren para planificar estrategias de eficiencia hidráulica en los proyectos arquitectónicos.

Argumentar la integración de los distintos elementos de ahorro en una edificación por un diseño con conciencia ambiental.

Impulsar el concepto de la sostenibilidad para incorporar métodos más beneficiosos para el medio ambiente.

Concientizar a cerca del problema específico de la sobreexplotación de mantos subterráneos y analizar propuestas de solución.

Estrategias

Análisis de la problemática global y urbana con visión presente y futuro del escenario del agua, analizando la arquitectura como una contribución a la solución.

1. Recopilación de la Normatividad y Lineamientos aplicables.
2. Análisis y diferencias de las normas de requerimiento y normas de sugerencia.
3. Recopilación de los sistemas y prácticas convencionales
4. Investigación de funcionamiento de proyectos análogos y redes con prácticas eficientes.
5. Síntesis de estrategias de ahorro
6. Revisión de las aplicaciones empleadas en la edificación existente.
7. Conclusiones.

Comparación de normativas

En México la normalización se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por Dependencias del Gobierno Federal y las Normas Mexicanas (NMX) de ámbito primordialmente voluntario, promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, a través de los Organismos Nacionales de Normalización.

Esto crea una gran controversia debido a que las normas de ámbito voluntario o sugerente son las que se deben primordialmente al racionamiento de los recursos con estrategias múltiples.

La normativa Interna de Obras UNAM tiene una visión mucho más aplicada para el ahorro hidráulico, que convierte las sugerencias de ahorro en un deber. Aun así, analizando la administración del recurso, ya en operación con los datos proporcionados por PUMAGUA, observo que la falta de cobro por el recurso hidráulico, aunado a los malos hábitos de ahorro de la población, resultan en un gasto exagerado del recurso, una y en la acción tardía para evitar a toda costa el gasto innecesario del recurso.

Entonces entendemos que, en la realidad diaria, es que, dentro de la población, el cuidado de los recursos vitales se define en el costo económico. Y que en la Ciudad de México y en el sector de estudio, se tiene un costo representativo, que no marca la diferencia en el desperdicio de unos cuantos litros. Consumo para el ahorro. lineamientos de carácter no obligatorio:

LEED

El subsuelo es un tema muy poco tratado, los mantos freáticos y su conservación, sin embargo realmente es un porcentaje significativo el que se exige así como enfatiza mucho en el uso de la tecnología para monitorear y corregir a lo largo de la vida del edificio. Y está referido al proyecto considerando etapas desde la planeación y vida posterior de los materiales empleados, se pide incluso la planeación para reducir el transporte de ellos.

NMX

Aunque considera los mantos freáticos, los porcentajes de reducción son mucho menos exigentes. Se encuentra muy contextualizado a una ciudad con altos problemas de sobrepoblación, como la parte de no saturar la infraestructura urbana mediante una planeación del desecho de agua, incluyendo la pluvial, sin mayor sugerencia de reutilización, únicamente en zonas de riego. Se pierde una gran oportunidad de reuso. Se basan únicamente en la fase de uso de la edificación y muy pocas precauciones en construcción y posterior.

Acuíferos

Para reducir el valor de la DBO y la DQO de una corriente de agua, pueden aplicarse diferentes tratamientos, siendo los más importantes los tratamientos biológicos.

La degradación es realizada por los microorganismos contenidos en la misma agua residual. Éstos utilizan la materia orgánica para reproducirse y para obtener energía.

Aunque los procesos biológicos habían sido inicialmente concebidos para la eliminación de materia orgánica, también pueden ser útiles para la eliminación de nutrientes (N, P), como en los procesos de nitrificación y desnitrificación.

En la Universidad Nacional se consideran estas medidas, frente a los lineamientos nacionales para infiltrar el agua con mejor calidad en los mantos freáticos, contribuyendo así a que la

zona sur sea la zona de principal recarga de mantos acuíferos para la ciudad.

Agua Pluvial

El edificio tiene un buen entendimiento del contexto, pues el clima de la Ciudad de México, al no tener una temporada de precipitación larga que provea al edificio de una cantidad buena de agua para suplir un poco el consumo del agua potable, conduce el agua a través de la captación en plazas y la destina a agua de filtración.

Así mismo se demuestra que el agua de lluvia tiene un alto contenido de partículas contaminantes, que hacen difícil el aprovechamiento en actividades de contacto humano directo.

En este caso, al no poder actuar al respecto de manera concisa para solucionar el problema de contaminación, la solución arquitectónica que se brindó en el caso de estudio, en la que se dirige el agua lluvia de todas las zonas impermeables a la zona baja del proyecto de área verde y filtración, es muy acertada para el contexto, pues es un proyecto con extensas áreas de suelo natural y es una contribución social muy importante para el futuro del Valle de México.

Agua tratada

El agua tratada se utiliza únicamente en el sistema de riego. Sin embargo, es un sistema que carece de eficiencia. Se puede reducir con un sistema de recirculación de agua.

Debido a que es un edificio destinado a oficinas, la mayor fuente de consumo son los núcleos de agua y tarjas de cocinetas, elementos que dan agua gris como producto final, con un grado bajo de contaminación.

La adaptación de un tanque de agua gris, por lo menos cada dos niveles, garantizaría que antes de desecharla, se pueda reutilizar en los inodoros o en zona de riego. Generaría también una reducción de la necesidad de agregar agua potable para mantener las áreas verdes.

La correcta planeación de una programación de riego, también haría una gran diferencia tanto al mantenimiento como al

ahorro en áreas verdes, pues la vegetación nativa no requiere una gran concentración.

Diseño de la Edificación

Se observa que la edificación realmente tuvo un buen análisis del contexto, donde sus puntos fuertes se resumen a la resolución de un sistema pasivo de ventilación, de disminuir las ganancias por medio del diseño con terrazas laterales, emplear materiales resistentes y con poco mantenimiento, brindar servicios y comodidades en cada nivel para los usuarios, la adaptación a la topografía del lugar lograr una planta flexible que permitiera la adaptación según el uso, etc.

Lo que es una desventaja es que realmente toda esta información se presenta de una forma poco atractiva, desperdiciando una gran contribución que el edificio podría aportar a la sociedad, que es la creación de conciencia que el edificio pudiera brindar a sus ocupantes para cambiar a unos hábitos de un correcto aprovechamiento del consumo.

El edificio requiere una infografía que realmente impacte a los usuarios y los invite a participar en la mitigación del uso de agua potable.

Análisis desde las perspectivas de ahorro del recurso hidráulico

Estimación de consumo específico

Automatización y monitoreo para la eficiencia	Sistemas con sensores	Programa de detección de fugas	Existe un programa de detección en instalaciones exteriores, más no interno
		Programa correctivo	Únicamente bajo revisión general
		Plataforma de control	Únicamente cuenta con un sistema de monitoreo de energía eléctrica
	Integración de los servicios múltiples		
consumo anual	agua potable	3000 m ³	
	agua tratada		
	Agua caliente: removida		
Ahorro de agua potable	Sanitarios alta eficiencia	fluxómetro	
	urinarios secos	reemplazados	
	grifos con sensor	grifo de pivote	
	Sistema HVAC	Sistema de ventilación pasiva, que funciona por la conducción del aire	
	Grifos de cocina	Ahorro por uso de medio de activado manual	uso en limpieza

Tabla 29: Puntos en estimación de consumo par la Torre. Elaboración propia.

Se requiere una estimación de la población total para saber la cantidad de litros que se requieren, y por lo tanto el nivel de mitigación de uso de agua potable que se puede lograr.

Tipo de Inmueble	Dotación
Docencia e Investigación	25 lt/alumno-persona/día
Oficinas	50 lt/persona/día
Museos y Centros de información	50 lt/persona/día
Prácticas deportivas (baños-vestidores)	150 lt/persona/día
Estacionamiento	8 lt/cajón/día
Protección contra incendio	5 lt/m ² área construida ⁽¹⁾

Tabla 30: Tabla de Periodos de diseño para agua potable. Fuente: OBRAS UNAM

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

En una estimación, tendríamos que, con la ocupación máxima de los espacios, se requieren las siguientes cantidades de agua para los 8 meses con mayor demanda y actividad.

Niveles	Capacidad	necesidad	diario	mensual	anual
Riego					
Nivel de Estacionamiento	220 cajones	8 lt/cajon/dia	1760	52800	528000
Nivel Auditorio + salones de expo	200 personas	25 lt/dia	5000	60000	480000
Nivel acceso Exposición + Cafetería	150 personas	25lt/p/dia	3750	112500	900000
Niveles de Oficinas	360 personas	50 lt/per/dia	18000	540000	4320000
terrazza	160 personas	25/per/dia	4000	48000	384000
Población aproximada	910 personas	máxima	32510	813300	6084000

Tabla 31: estimación de población y consumo de agua. Elaboración propia según estadísticas.

Según el marco de referencia LEED, las edificaciones con una reducción de agua importante es mínimo del 40% en general, por lo que el número de litros a reducir se presenta en la siguiente tabla.

Población del edificio	Litros por día	Litros requeridos por mes	Litros por año	Litros mínimos para reducir la huella hídrica	
				Mensual	Anual
100	5000	150000	1800000		
200	10000	300000	3600000	120000	1440000
300	15000	450000	5400000	180000	2160000
400	20000	600000	7200000	240000	2880000
500	25000	750000	9000000	300000	3600000
600	30000	900000	10800000	360000	4320000
700	35000	1050000	12600000	420000	5040000
800	40000	1200000	14400000	480000	5760000
1000	50000	1500000	18000000	600000	7200000
2000	100000	3000000	36000000	1200000	14400000
2499	124950	3748500	44982000	1499400	17992800

Tabla 32: Estimación de Litros que se requieren de ahorro para cumplir con normativa LEED. Elaboración Propia.

Si consideramos el promedio actual que tiene el edificio, es de 3000m³ de agua anual, y para cumplir la norma debe de reducir 600 m³. En la siguiente tabla se hace una comparación del estimado:

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

Consumo máximo Estimado	6084 m ³	100
Promedio actual	3000 m ³	49.3
		Porcentaje de uso de agua potable

Tabla 33: Estimado del ahorro de tiene el edificio. Elaboración propia.

Esto equivale a que el proyecto tiene un 80% de ocupación anualmente y también nos indica que la reducción del agua al interior del edificio es prácticamente al 50%.

Bajo la consideración de que las reglas de la excelencia en el ciclo cerrado de agua nos dicen que el 80% del agua que se utiliza en un edificio puede provenir de una fuente de reciclaje, tenemos que:

Población del edificio	Litros por día	Litros requeridos por mes	Litros por año	Litros de agua que pueden provenir de reciclaje	
				Mensual	Anual
100	3000	90000	1080000		
200	6000	180000	2160000	144000	1728000
300	9000	270000	3240000	216000	2592000
400	12000	360000	4320000	288000	3456000
500	15000	450000	5400000	360000	4320000
600	18000	540000	6480000	432000	5184000
700	21000	630000	7560000	504000	6048000
800	24000	720000	8640000	576000	6912000
1000	30000	900000	10800000	720000	8640000
2000	60000	1800000	21600000	1440000	17280000
2499	74970	2249100	26989200	1799280	21591360

Tabla 34: Litros que pueden provenir de fuentes recicladas según la población del edificio para reducir el consumo de agua potable. Estimación propia

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

consumo anual	agua potable	3000 m ³	
	agua tratada		
	Agua caliente: removida		
Ahorro de agua potable	Sanitarios alta eficiencia	fluxómetro	
	urinarios secos	reemplazados	
	grifos con sensor	grifo de pivote	
	Sistema HVAC	Sistema de ventilación pasiva, que funciona por la conducción del aire	
	Grifos de cocina	Ahorro por uso de medio de activado manual	
	Muebles Sanitarios	Urinarios sin Agua	
		Sanitarios de Alta Eficiencia	
	Muebles de Cocina	Tarjas de cocina	
		Grifos con aereadores y sensores	
		Filtro de agua	
Sistema HVAC	Sistema pasivo 80%		
Consumo humano	Se utilizan 14 filtros de purificación de agua, 2 por nivel en cuerpos superiores		
Sistema de Condensación de Vapor	Condiciones de humedad no aptas, según el Instituto de Ingeniería.		

Tabla 35: Elementos actuales que se emplean para mitigar el consumo de agua. Elaboración propia

El edificio ha enfrentado la intención de ahorro mediante la prueba de diferentes mecanismos en la búsqueda del mejor y más eficiente.

Automatización y monitoreo para la eficiencia

Este edificio cuenta con un programa de automatización interno, creado por la Facultad de Ingeniería. Sin embargo, este software únicamente arroja resultados para medición de temperatura y de energía, sin ser aprobado como herramientas de corrección.

Mucho se habla de la automatización de la iluminación, que funciona en 5 bloques, pero no tiene la opción de trabajo por locales, esto es, el circuito entero de luminarias requiere estar encendido para utilizar sólo la luz de un local.

En materia de agua, únicamente existe la medición externa, por parte de puma agua, que instaló 3 sensores cerca del espacio, con el motivo de censar el estado de las instalaciones y para actuar en caso de presentarse una fuga de agua. Sin embargo, a pesar de que también la información es transparente y se puede encontrar en el portal de “El observatorio del agua”, existe una fuga desde el año pasado que no ha podido tener fin.

Eficiencia de los elementos Consumidores de Agua

Zonas verdes

Mantenimiento menor	Uso de plantas nativas	Uso de plantas xerófitas, nativas de la reserva del Pedregal Reducción de riego en un 40%
Programación de riego	Programación y racionalización de agua	Inexistente
Uso del agua tratada	Programa de control de consumo	el 60% de agua de riego es tratada, 40% es potable.
Captación de agua pluvial	Aumento de la captación en zonas exteriores al edificio	Las plazas exteriores cuentan con sistemas de captación y conducción del agua a la zona de filtración.
Reutilización de la materia orgánica	Reuso de la materia orgánica generada al interior como abono	Inexistente

Tabla 36: Zonas verdes de la torre. Elaboración propia

Sanitarios de alta eficiencia

Desde el año 2007 se comenzó a implementar el cambio de muebles sanitarios, de un mueble convencional a un mueble con fluxómetro, lo cual reduce 1UM de un mueble convencional.

Mueble	Unidades-mueble
Cocineta de café	2
Coladera de piso (casa de máquina)	2
Destilador de agua	1
Escudilla de laboratorio	1
Vertedero	2
Fregadero de cocina de piso	3
Inodoro	5
Lavabo	2
Mingitorio de fluxómetro	3
Unidad dental	1

Tabla 37: Tabla de Consumo de Agua. OBRAS UNAM.

De igual manera se probaron los lavabos con sensores, los cuales, según el Ing. Ragnar Trillo, al tener un tiempo de reacción largo, desperdician más agua que los grifos de pivote.



Tabla 38: Muebles sanitarios: fluxómetro y grifo de pivote. Fuente propia. Torre de ingeniería

Mingitorios

Se implementó el uso de fluxómetros igualmente en los mingitorios, sin embargo, los litros por descarga son 3 aún con esto. El uso de Mingitorios secos sería una inversión que eliminaría el uso de agua en este mueble, sin embargo, requiere de un buen mantenimiento.

Así lo hicieron con probar los urinarios secos, los cuales fueron removidos por los malos olores que despedían, por falta de mantenimiento, y que así mismo se veía agravado por la ventilación pasiva existente.

Muebles de Cocina

Muebles de Cocina	Tarjas de cocina	La red PUMAGUA abastece de agua con tratamiento primario, desde la planta de Cerro del Agua
	Grifos con aeradores y sensores	No se utiliza
	Filtro de agua	Se utilizan 14 filtros de purificación de agua, 2 por nivel en cuerpos superiores

Tabla 39: Puntos de ahorro en Muebles de cocina. Elaboración propia



Imagen 71: Filtro potabilizador, existen 2 filtros por nivel. Fuente propia.

Sistema HVAC

Sin embargo, esta investigación que carece de información, ya que, en un recorrido presencial, y dialogando con el Ing. Ragnar Trillo, jefe de instalaciones del Instituto de Ingeniería de la UNAM, de igual forma un usuario del edificio, el cuál proporcionó información acerca del funcionamiento del domo superior, representado en la siguiente figura:

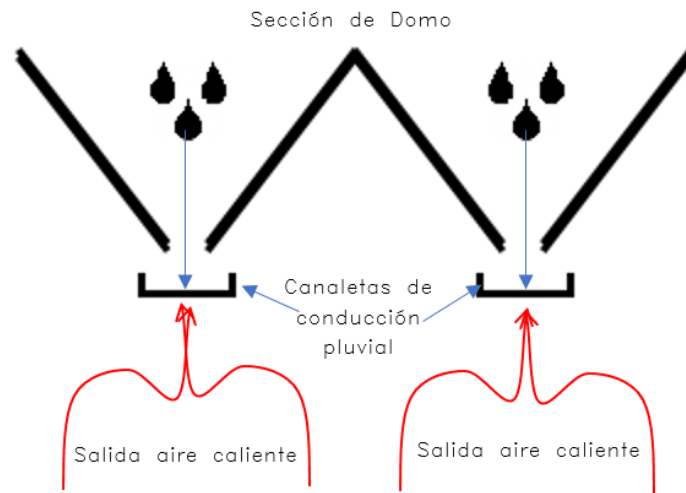
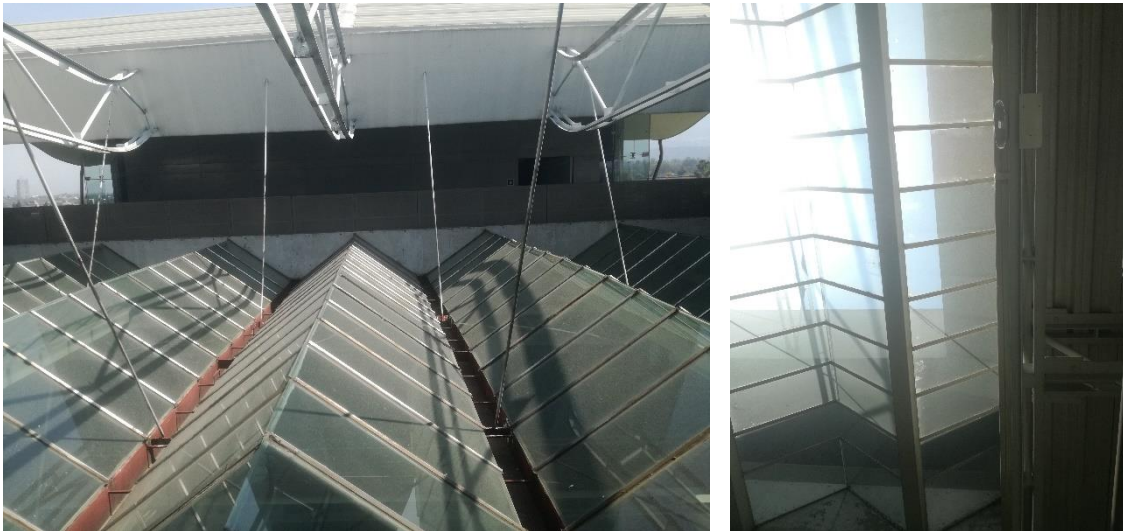


Imagen 72: Diagrama de funcionamiento del domo superior. Elaboración propia.



Fotos: superior e inferior del domo que cubre el atrio central. Fuente Propia

Esto indica que, a pesar de los bloqueos por motivos de seguridad, se ha mantenido el planteamiento inicial de la

forma en que funciona el domo para evacuar el aire caliente al exterior.

El resultado de esta conducción de aire ha resultado en ocasiones excesivo para los usuarios del edificio, por lo que en la actualidad algunos niveles cuentan con una reducción de la permeabilidad del aire.



Imagen 73: Situación actual. Doble fachada Norte-Sur. Reducción del paso del aire. Fuente propia

Este factor de estancamiento del aire puede ser el originario del SEE que se mencionaba anteriormente. Así, si éste fenómeno continúa sin tener solución, el problema del ambiente interior seguirá afectando el estado de salud de sus usuarios.

El siguiente diagrama explica la función del domo superior, donde los puntos señalados son los espacios de funcionamiento principal, y que ha sido parte desde siempre del sistema de enfriamiento pasivo.

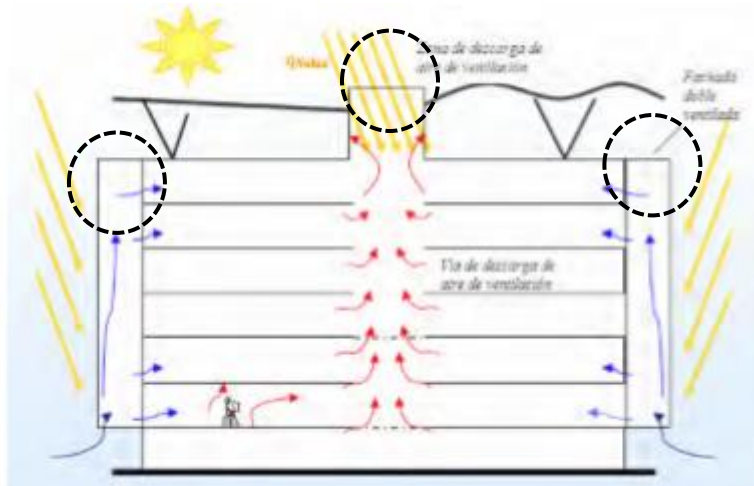


Imagen 74: Diagrama de circulación del Aire al Interior de la torre. Ing David Abraham Barrera 2008

En la actualidad, se ha reducido el área por donde circula el aire de temperatura fría, a través de unos orificios más pequeños para canalización, sin embargo, se tienen varias salidas de aire, tanto en los ductos de cocinetas e instalaciones, como en las de los elevadores.

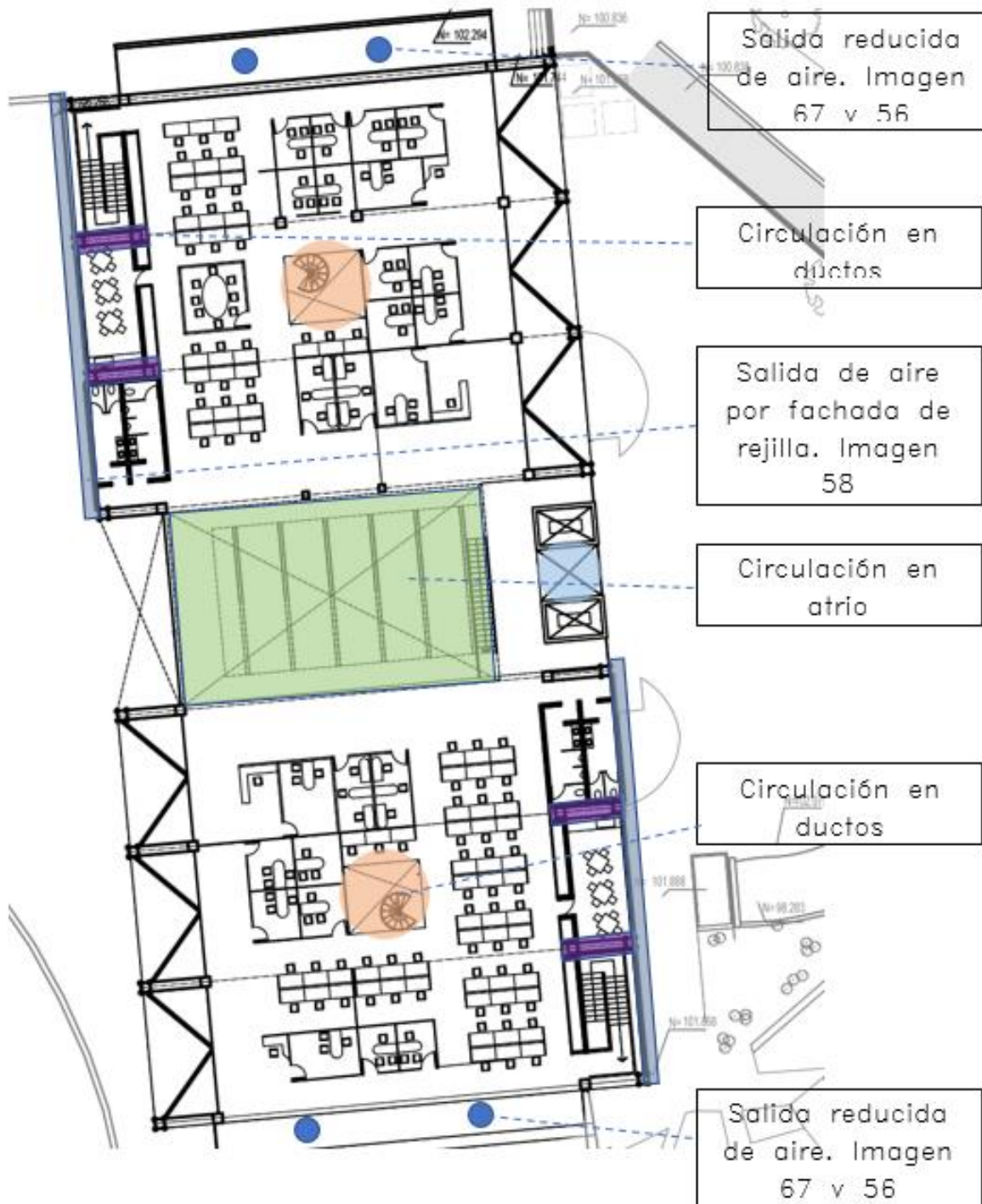


Imagen 75: Circulaciones principales de aire en planta tipo. Elaboración propia

Integración de los sistemas

En la actualidad, el sistema de mayor desarrollo y automatización es el eléctrico, al contar con un panel bien estructurado, con controles internos por zonas y por locales, el cual está diseñado por el Instituto de Ingeniería.

Aunque así sea, en la parte de control de los sistemas principales como el hidráulico, de abastecimiento y de incendios, no tienen forma alguna que ir al site físico para realizar una modificación.

El monitoreo de las Instalaciones hidráulicas es un monitoreo externo, que es proporcionado para fines informativos de PUMAGUA, siendo éste el encargado de agendar el día que se daría acción para reparar, en caso de fugas, y declarar la cantidad a la que asciende el consumo del edificio.

Como se mencionaba anteriormente, el edificio no tiene una concesión para uso de la UNAM en específico, si no que se requiere el pago de una renta para usar una zona de trabajo, a compañías de carácter privado o público. Dicha cuota no incluye una no incluye un monto que cubra los servicios hidráulicos, debido a que no cuenta con un conteo específico.

En mi opinión, se debe contar con un sistema con un control tan preciso como el eléctrico, pues forma en como lo mencionado, uno de los impedimentos para el ahorro es el cambio de mentalidad y el compromiso de la sociedad, que tristemente es difícil de lograr sin usar una repercusión económica para darle un valor de apreciación.

En la visión de PUMAGUA, el resolver un problema de fuga tiene prioridad cuando se trata de números significantes. En la fuga que se encontró en el periodo de investigación, se reflejaban 3mil litros aproximadamente de pérdida por día, y calculando es equivalente a 3 tinacos de 1000 litros, de tamaño familiar. Se comentó que se podría tratar de problemas con fluxómetros en sanitarios pero que las problemáticas en otros edificios son prioridad para una fuga tan pequeña. Si calculamos, ésta cifra perdida por día, alcanza para tres familias para vivir por más de una semana.

Si se desarrollara un sistema interno que tenga un monitoreo por nivel, fácilmente se evitará este problema, proporcionando al personal de servicios la facultad para decidir y actuar lo más pronto necesario para reparar los sistemas.

Sistema de Recirculación de agua gris

El sistema carece de éste elemento, sin embargo en la universidad existen proyectos actuales en edificaciones del Campus que cuentan con sistema de recirculación de agua proveniente de lavabos que puede aplicarse a bajo costo ya que solo necesita tratamiento primario.

Ventajas

Para la aplicación de este sistema en la Ciudad de México tenemos sería benéfico en:

Pero con una visión global, si en un futuro de implementar una estrategia para que los edificios utilicen éste sistema de manera colectiva, los cambios se podrían observar a nivel de la ciudad en:

- Diminución en el consumo de agua potable en las edificaciones.
- Decrecer la extracción del agua del subsuelo de la ciudad y reducir el hundimiento.
- Aminorar el riesgo de amenaza de inundación en la ciudad, ya que disminuye el nivel de ocupación del drenaje de la ciudad.

Fuentes de consulta

- NOM MEXICANAS
- NTC PARA INSTALACIONES HIDRÁULICAS
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS. 2016. CONSULTA SEPT 2017
- G., RODRÍGUEZ, AGUA Y METRÓPOLI: LOGRANDO LA SUSTENTABILIDAD, PUEC, UNAM, MÉXICO, 2003, P.1
- INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS. CONSULTA SEPT 2017.
- DATOS DE ONU-AGUA (WATER SECURITY AND THE GLOBAL WATER AGENDA). 2013
- DISCURSO ANTE EL CONSEJO DE SEGURIDAD, EL SECRETARIO GENERAL BAN KI-MOON. 2011
- TRANSCRIPCIÓN HISTÓRICA OP. CIT PERLÓ C., MANUEL. GONZÁLEZ R., ARSENIO E.
- SEMARNAT. ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN MÉXICO. 1° ED. 2008
- 'PROGRAMA DE ONU-AGUA PARA LA PROMOCIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN EL MARCO DEL DECENIO. AGUA Y CIUDADES HECHOS Y CIFRAS. CONSULTA SEPT 2017
- ¹ DATOS DE LA BASE MUNDIAL 2016. CONSULTA SEPT.2017.
- MEGACIUDAD: SE DEFINE COMO UNA CIUDAD QUE SOBREPASA LOS 10 MILLONES DE HABITANTES, SEGÚN LA ONU.
- ¹ SOARES; SOUZA, 2006. TESIS: IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA, AUTOR FÁBIO MAIA GUZENSKI.
- ¹ CARDOSO; DEGANI, 2002.
- ¹ BLUMENSCHHEIN 2004
- EPA- ENVIRONMENTAL PROTECTING AGENCY
- LEED USGBC
- IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES. (2009). *STORM WATER MANUAL*. IOWA, EUA.
- INEGI. TERRITORIO DE MÉXICO. CONSULTA 2017.
- CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROPOLITANAS. FUENTE: ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN MÉXICO. (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)
- MUSSET, ALAIN. DE LA VIDA A LA MUERTE. ANTIGUAS TÉCNICAS DE LA CULTURA PARA EL VALLE DE MÉXICO. ED. RECHERCHE SUR LES CIVILISATIONS, PARS 1991.
- REGISTRO EN EL SUELO DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. LEGORRETA, JORGE, "AGUA DE LLUVIA, LA LLAVE DEL FUTURO EN EL VALLE DE MÉXICO", EN LA JORNADA ECOLÓGICA, AÑO 5, NÚM. 58, 28 JULIO, 1997
- DEFINICIÓN EXTRAÍDA DE: PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL. TOPOZONO (INGENIERÍA MEDIO AMBIENTAL PARA LA DESINFECCIÓN DEFINITIVA Y ECOLÓGICA DEL AGUA Y EL AIRE) AQUA ESPAÑA. MANUAL DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL PARA EDIFICACIONES
- SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. SEMARNAT EN COLABORACIÓN CON INTERAPAS. FECHA DE CONSULTA: NOVIEMBRE 2017. SEC. TRATAMIENTO SECUNDARIO DE AGUA RESIDUAL.
- GLOSARIO BASADO EN LOS GLOSARIOS PUBLICADOS EN EL TERCER INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC Y PUBLICACIONES FAO.
- ¹ NFPA 101. CÓDIGO DE SEGURIDAD DE VIDA DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. CONSULTA: OCTUBRE 2017
- ¹ RODRÍGUEZ S., CLARA E. LA GESTIÓN DE LAS ORGANIZACIONES. BIBLIOTECA VIRTUAL DE DERECHO, ECONOMÍA Y CIENCIAS SOCIALES, DEFINICIÓN SÍNTESIS DE AUTORES COMO COROMINAS 1995, HEREDIA 1985, REMENTERIA, 2008, ESPASA CALPE, 2008 Y PONJUÁN 1998.
- DATOS PUMAGUA: [HTTPS://WWW.IAGUA.ES/NOTICIAS/PUMAGUA/15/10/30/QUE-ES-PUMAGUA](https://www.iagua.es/noticias/pumagua/15/10/30/que-es-pumagua)
- [HTTP://WWW.OBSERVATORIODELAGUA.UNAM.MX/](http://www.observatoriodelagua.unam.mx/)
- COMUNIDAD PLANETA AZUL
- [HTTPS://WWW.BEHANCE.NET/](https://www.behance.net/)

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES

Diana García Acosta

- [HTTPS://WWW.UAEH.EDU.MX/](https://www.uaeh.edu.mx/)
- [HTTP://COMUNIDADPLANETAZUL.COM/AGUA/NOTAS-A-GOTAS/EFFECTOS-DEL-CAMBIO-CLIMATICO-EN-EL-AGUA/](http://comunidadplanetaazul.com/agua/notas-a-gotas/efectos-del-cambio-climatico-en-el-agua/)
- [HTTPS://WWW.BEHANCE.NET/GALLERY/3131177/IMPACTOS-AMBIENTALES-DEL-SECTOR-DE-LA-CONSTRUCCION](https://www.behance.net/gallery/3131177/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion)
- [HTTPS://WWW.UAEH.EDU.MX/SCIGE/BOLETIN/PREPA2/N3/E2.HTML](https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n3/e2.html)
- Obras UNAM

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

DOCUMENTOS ANEXOS

Contenido

El agua y el cambio climático	2
La importancia del agua en la sociedad.....	3
El impacto de las áreas urbanas: el caso específico de la industria de la Construcción.....	6
Fuentes Contaminantes del agua	7
Situación en México.....	9
Tratamiento y uso actual del agua pluvial.	10
Hidrografía.....	14
La región hidropolitana del Valle de México	17
Escenario futuro para la próxima década.	20
Niveles de tratamiento de agua.....	22
Tecnología Inverter V– LG Compañía.....	27
Sistema de Condensación de Vapor.....	27
Torres de Refrigeración.....	29
Diagrama original de Sistema de Recuperación de acuíferos.	30

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

El agua y el cambio climático

El agua es uno de los compuestos químicos más afectados por el fenómeno del Calentamiento Global y las alteraciones de la temperatura en el planeta. En el presente sus efectos en los factores naturales.

Según estadísticas de la Organización Mundial de las Naciones Unidas, la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado 0,6°C desde finales de 1800. Se estima que esta temperatura aumentará entre 1,4 y 5,8°C más para el año 2100, y que el nivel del mar podría subir de 9 a 88 centímetros durante el mismo período¹. El aumento de temperaturas en las regiones polares se producirá un aumento en los niveles de agua, afectando humedales costeros como los manglares y arrecifes coralinos, así como las zonas costeras de tierras bajas con una elevación inferior a 0,5 m.

Esta alteración de la temperatura también contribuye al incremento de la magnitud y frecuencia de los desastres relacionados con las precipitaciones.

La causa principal es el impacto que las actividades humanas tienen en los ciclos de regeneración natural de las principales moléculas que hacen posible la vida. La alteración del clima una manifestación física, en ocasiones extremista, como sequías o fuertes inundaciones, y que producen impacto en los ecosistemas. La alteración de alguno, se ocasiona una modificación general.

El 70% de la superficie de la tierra está cubierta de agua, mayoritariamente salada. Únicamente, el 2.5% del total mundial es potable y solo el 0.003 es accesible para el uso humano mediante ríos, lagos y humedales, 98% de éste recurso accesible se encuentra en mantos acuíferos subterráneos. El restante 1.85

¹ Estadística de la Organización Mundial de las Naciones Unidas. 2016.Consulta Sept 2017

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

% de agua potable en el mundo conforma los casquetes polares y los glaciares.²

El fenómeno de la alteración hídrica producirá más precipitaciones de 30° a 90° Norte y de 30° a 90° Sur debido al aumento de la evapotranspiración, que para muchas regiones tropicales y subtropicales significa recibir menos y más irregulares precipitaciones, lo cual amenazaría la agricultura mundial. Así mismo, pronostica una escasez de agua en las áreas urbanas a nivel mundial.³

La importancia del agua en la sociedad

El agua es reconocida como un elemento que genera un impacto en el ámbito de la seguridad para la población mundial. Detectar su escasez puede prevenir tensiones y conflictos regionales.⁴

El acceso al agua y la situación pronosticada si no se atiende la problemática es de gran peligro para los cimientos de la estabilidad a nivel local, nacional y mundial debido a que <<Aumenta la rivalidad entre las comunidades y los países por los recursos escasos, especialmente el agua, y se agudizan los problemas de seguridad existentes, a la vez que se crean nuevos>>⁵.

Los conflictos producidos por escases de agua no es algo que ocurre repentinamente, si no que se incuba a lo largo del tiempo. <<La historia registra un gran número de enfrentamientos y conflictos por el agua en distintas latitudes y momentos. Entre 1948 y 1998 ocurrieron en el mundo 21 acciones militares de gran escala, 16 acciones militares de escala reducida, seis acciones político-militares, 50 actos diplomático-económicos hostiles y 164

² G., Rodríguez, Agua y Metrópoli: logrando la sustentabilidad, PUEC, UNAM, México, 2003, p.1

³ Información estadística de la Organización Mundial de las Naciones Unidas. Consulta Sept 2017.

⁴ Datos de ONU-Agua (Water Security and the Global Water Agenda). 2013

⁵ Discurso ante el Consejo de Seguridad, el Secretario General Ban Ki-moon. 2011

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

actos de fuerte hostilidad verbal entre países, todos ellos relacionados con problemas derivados de cuencas fluviales fronterizas. En fechas recientes, el número de enfrentamientos se ha incrementado, especialmente con el nacimiento de nuevos países.>>⁶

En la ciudad de México aún no se ha generado ningún conflicto mayor por el agua, aunque en ocasiones se ha tenido que recurrir al resguardo para la seguridad de algunas zonas con infraestructura hídrica. El abastecimiento de ésta ciudad depende de la explotación de zonas externas y se ha enfrentado con funcionarios que han pretendido negar su uso, con pobladores armados que han exigido una indemnización por ésta acción; al cual la Ciudad de México no pudo negarse, ya que el sistema ha funcionado de manera eficaz, de tal forma que relativamente se abastece a una metrópoli con un caso de expansión extrema. De 1930 a 1940 se duplicó la población, llegando a 2 millones. En los últimos 60 años, ha incrementado su población de 2 a 20 millones.⁷

Otra problemática de seguridad mundial se presenta también en la salud, pues los organismos están constituidos en su mayoría por agua y el actual uso de los recursos hídricos genera una gran cantidad de desechos dirigidos a las fuentes de agua, contaminándolas.

Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y las enfermedades en los países más pobres del mundo.



2400 millones de personas sin saneamientos mejorados que eviten que la población esté en contacto con excrementos humanos

⁶ Transcripción histórica Op. Cit. Perló C., Manuel. González R., Arsenio E.

⁷ Dato de aumento de población Op. Cit. Perló C., Manuel. González R., Arsenio E.

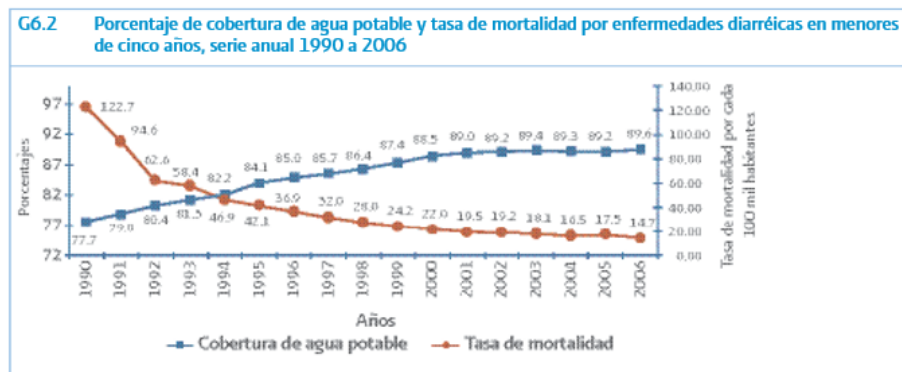
ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta



1800 millones de personas en el mundo beben agua contaminada con residuos fecales

En México se ha observado que la población más vulnerable a ser afectada por la mala calidad del agua es la población infantil, con una alta mortalidad de menores de 5 años debido a enfermedades diarreicas, como se aprecia en la siguiente gráfica:⁸



Fuente: CONAGUA. Subdirección General de Programación elaborado con datos de la secretaría de salud. Consulta 2017

En la actualidad la conciencia sobre este recurso está impulsando a la búsqueda de soluciones para hacer ciudades más sostenibles. <<Una buena gestión del agua urbana es compleja y requiere, no solo de infraestructura de abastecimiento y de tratamiento de aguas residuales, sino también del control de la contaminación y de la prevención de inundaciones.>>⁹

⁸ SEMARNAT. ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN MÉXICO.1ª Ed. 2008

⁹Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio. AGUA Y CIUDADES HECHOS Y CIFRAS. Consulta Sept 2017

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

**El impacto de las áreas urbanas: el caso específico de la
industria de la Construcción.**

En la actualidad la expansión de las zonas urbanas ha sido explosiva. Al año 2016 la población en sectores urbanos ascendía al 54.2% a nivel mundial, hoy se estima el 60% de las personas viviendo en estos entornos sociales.¹⁰ Éstos entornos requieren de un espacio físico natural y artificial; siendo éste último planificado por el hombre hasta llegar a su construcción y así en conjunto esto crea una urbanización. Una cifra más alarmante habla de que en América Latina, 77% de la población se encuentra en suelo urbano¹¹ y las Megaciudades¹² en general presentan el continuo problema de escasez de Agua en la actualidad.

Con la creciente demanda de energía, materiales y agua, la industria de la construcción ha llegado a convertirse en la actividad con el impacto más significativo sobre la economía de los países y del medio ambiente¹³. En general, es la industria que produce los materiales que forman los bienes de mayores dimensiones físicas del planeta. Consecuentemente, el volumen de recursos que consume es muy elevado. Cabe decir que, por todo esto, es un sector que genera grandes cantidades de residuos en todas sus etapas de vida, y que es uno de los principales contaminantes atmosféricos.¹⁴

El proceso de construcción genera un impacto en el medioambiente en cada etapa de la construcción, como lo es <<la ocupación de las tierras; la extracción de materias primas; en su proceso de

¹⁰ Datos de la Base Mundial 2016. Consulta sept.2017.

¹¹ Op. Cit. AGUA Y CIUDADES HECHOS Y CIFRAS. ONU

¹² MEGACIUDAD: Se define como una ciudad que sobrepasa los 10 millones de habitantes, según la ONU.

¹³ SOARES; SOUZA, 2006. Tesis: IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA, Autor Fábio Maia Guzanski.

¹⁴ CARDOSO; DEGANI, 2002.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

producción de elementos y componentes; en el transporte; en el proceso constructivo y en el producto final, hasta su demolición y deshecho.>>¹⁵

Si se suman todas sus etapas, la construcción es el sector con mayor Huella Ecológica de nuestro planeta. La construcción contribuye hasta en un 30% en las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, consume hasta un 40% de la energía, extrae un tercio de los materiales del medio natural, genera el 40% de los residuos sólidos urbanos, consume un 12% del agua potable y ocupa el 12% del territorio del planeta.¹⁶ Además, económicamente es responsable del 10% del PIB mundial.¹⁷

Fuentes Contaminantes del agua

Existen numerosos contaminantes que son mezclados con el agua pura desde tiempos memorables; éstos son producidos por elementos que son piezas necesarias para las ciudades actuales, a continuación los ejemplos más destacables:

Contaminante	Fuentes Contaminantes
Sedimentos y flotantes	Calles, áreas verdes, entradas de autos, carreteras, actividades de construcción, depósitos atmosféricos, erosión de los canales de drenaje.
Pesticidas y herbicidas	Áreas verdes y jardines residenciales, bordes de caminos, elementos de sendas, zonas de parque y ajardinadas comerciales e industriales, lavado del suelo.
Materiales orgánicos	Áreas verdes y jardines residenciales, parques y zonas ajardinadas comerciales, desechos animales.
Metales	Partes automotrices, puentes, depósitos atmosféricos, áreas industriales, erosión del suelo, corrosión de superficies metálicas, procesos de combustión.
Aceite y grasa/ Hidrocarburos	Carreteras, entradas de autos, lotes de estacionamiento, zonas de mantenimiento vehicular, gasolineras, vertido ilícito de contaminantes.

¹⁵ Blumenschein 2004

¹⁶ Base de datos de las Naciones Unidas. 2015

¹⁷ BENITE, 2011. Tesis: IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CERRAMIENTOS EXTERNOS APLICANDO EL ENFOQUE DE CICLO DE VIDA, Autor Fábio Maia Guzinski.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Bacteria and viruses	Carreteras, áreas verdes, fugas sanitarias o de línea de alcantarillado, conexiones del drenaje sanitario, desechos animales, sistemas de fosas sépticas
----------------------	--

Fuente: Iowa Department of Natural Resources. (2009). *Storm Water Manual*. Iowa, EUA.

Situación Mundial y México de Captación de Agua Pluvial

Inglaterra, Alemania, Japón, Singapur: El agua de la lluvia se aprovecha en edificios que cuentan con el sistema de recolección, para después utilizarla en los baños o en incendios, representa un ahorro del 15% del recurso.

India: Se utiliza principalmente para regadío, pero cada vez se desarrollan más políticas encaminadas a la captación en ciudades.

China: Se resolvió el problema de abastecimiento de agua a cinco millones de personas con la aplicación de tecnologías de captación de agua de lluvia en 15 provincias después del proyecto piloto “121” aplicado en la región de Gainsu.

Bangladesh: se detuvo la intoxicación por arsénico con la utilización de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico.

Brasil: tiene un programa para la construcción de un millón de cisternas rurales para aumentar el suministro en la zona semiárida del noreste.

Islas del Caribe (Vírgenes, Islas Caicos y Turcas), Tailandia, Singapur, Inglaterra, [EUA](#) y Japón entre otros: existe un marco legal y normativo que obliga a la captación de agua de lluvia de los techos.

Israel: se realiza microcaptación de agua de lluvia para árboles frutales como almendros y pistachos.

En los Estados Unidos y [Australia](#), la captación de agua de lluvia se aplica principalmente para abastecer de agua a la ganadería y al consumo doméstico. En algunos estados de ambos países se

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

ha desarrollado regulaciones e incentivos que invitan a implementar estos sistemas.

Situación en México

Solo una parte ínfima del agua de lluvia es utilizada. De acuerdo a los especialistas, se podría reducir el rezago en abastecimiento de agua en el país si se aprovecharan los métodos de captación y gestión del agua de lluvia.

En México, el volumen de agua de lluvia es del orden de 1,489 km³, "... de esta agua, se estima que el 73.1% se evapo-transpira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos, y el 4.8% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos" (CONAGUA, 2011:20).

Éste no es un panorama favorecedor, ya que la creciente extracción del recurso del subsuelo, comparado con el porcentaje de recarga, tiene una gran diferencia, lo que ocasiona un gran desequilibrio en el ciclo natural. La extensa población y superficies impermeables de la Ciudad dificultan aún más el retorno del agua a la recarga.

En términos globales, nuestro país cuenta con una alta disponibilidad de agua, aun cuando la distribución interna no es equilibrada. Las actividades productivas que más requieren de agua se ubican donde se encuentra la menor disponibilidad del vital líquido. La zona sur del país concentra el 69% de la disponibilidad natural de agua, pero en la zona centro y norte se asienta el 77% de la población total (CONAGUA, 2009:18).

Si se captara toda la lluvia en los techos y en algunos suelos, se podría ahorrar de 10% a 15% del agua que se consume en los hogares. Si se aprovechara el 3% de la lluvia que cae cada año en el país, alcanzaría para suministrar de agua no potable para usos como limpieza o sanitarios a 13 millones de personas, para que 50 millones de animales pudieran beber o para regar 18 millones de hectáreas de cultivo.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Tratamiento y uso actual del agua pluvial.

Las grandes dimensiones de superficies impermeables no solo actúan como una barrera para el agua que proviene de la lluvia, son agentes contaminantes que no solo modifican la cantidad de agua, también la calidad.

<<Utilizando técnicas de diseño en el proyecto que incorporen almacenamiento en sitio e infiltración y reduciendo las extensas áreas impermeables, se puede contribuir a reducir la escorrentía generada, y así mismo reducir la necesidad de estructuras tradicionales de gestión de procesos en materia de agua. Estos elementos pueden estar limitados a factores como la pendiente, la profundidad de los mantos freáticos, y las condiciones del sitio.>>¹⁸

¹⁸ Iowa Department of Natural Resources. (2009). *Storm Water Manual*. Iowa, EUA.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

ANEXO 2. ANTECEDENTES

Los Estados Unidos Mexicanos, cuentan con un territorio formado por una superficie continental, islas y el espacio correspondiente a su mar territorial,¹⁹ se encuentra ubicado en América del Norte.

La Ciudad de México, es la capital de la República. Se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: Al norte 19°36', Al Sur 19°03' de latitud norte; Al Este 98°57', Al Oeste 99°22' de Longitud Oeste.

El territorio tiene una extensión de 1,499 kilómetros cuadrados la cual representa. El territorio de esta entidad está dividido en 16 delegaciones políticas. Del total del territorio de la entidad el 48% pertenecen al área urbana y 52% al área rural. El área total de la ciudad representa el 0.1% del total de la superficie del territorio nacional siendo esta entidad la más pequeña de la República Mexicana, sin embargo es la ciudad con mayor población, como observamos en el siguiente mapa.



Principales núcleos urbanos de la República Mexicana. Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016) Elaborado con base en Conapo (2012), Inegi (2016e), Sedesol et ál. (2012).

Se compone de 779 kilómetros cuadrados de área rural y 285 se destinan a las actividades agrícolas, 75 kilómetros es área forestal,

¹⁹ INEGI. Territorio de México. Consulta 2017.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

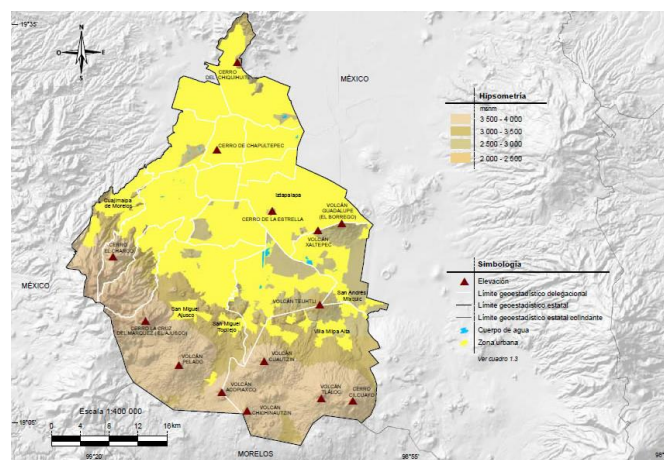
Diana García Acosta

75 kilómetros a las actividades pecuarias. Las Delegaciones del distrito federal tienen las siguientes extensiones:

Delegación	Extensión km ²
Álvaro Obregón	93.7
Azcapotzalco	34.5
Benito Juárez	28.0
Coyoacán	59.2
Cuajimalpa de Morelos	72.9
Cuauhtémoc	32.0
Gustavo A. Madero	91.5
Iztacalco	21.8
Iztapalapa	124.5
La Magdalena Contreras	62.2
Miguel Hidalgo	46.8
Milpa Alta	268.6
Tláhuac	88.4
Tlalpan	309.7
Venustiano Carranza	30.7
Xochimilco	134.6
Distrito Federal	1,499.0

Fuente: INAFED. Medio Físico de la Ciudad de México. Consulta Oct 2017.

La forma actual cuenta con diferentes elevaciones dentro del límite estatal y diversos cuerpos de agua como se ilustra en el siguiente gráfico.



ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Fuente: INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250,000, serie II. INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:50 000, serie I. INEGI: Modelo Digital de Elevación, versión 2.0 Noviembre 2012.

Las principales elevaciones que bordean la zona, se enlistan a continuación:

NOMBRE	ALTURA EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
Cerro la Cruz del Marqués (Ajusco)	3,930
Volcán Tláloc	3690
Cerro Pelado	3620
Cerro El Charco	3530
Volcán Chichinautzin	3490
Volcán Guadalupe (El borrego)	2820
Cerro del Chiquihuite	2730
Volcán Teuhtli	2710
Cerro de la Estrella	2450
Cerro de Chapultepec	2280

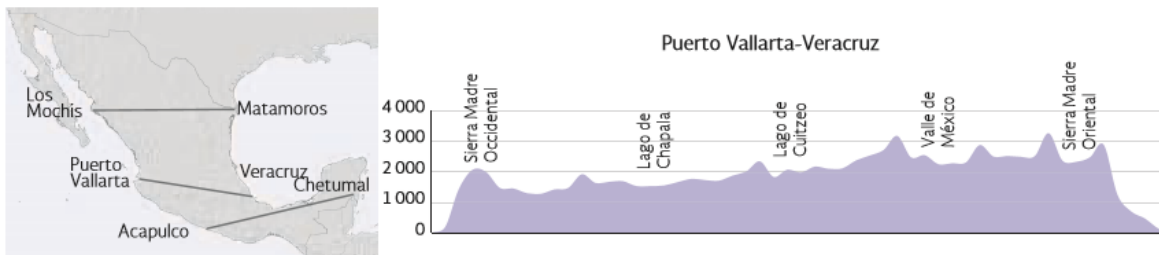


Diagrama-Corte de elevaciones para la contextualización de la Cuenca del Valle de México. Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Relieve

El relieve de la Ciudad de México por encontrarse al sur del Valle de México es mayoritariamente plano pero presenta algunas elevaciones al sur de la entidad. La altura promedio de la Ciudad de México es de 2.300 metros sobre el nivel del mar, siendo el punto más alto el Cerro El Ajusco con 3.930 msnm y el más bajo de 2.240 msnm en la región norte de la entidad.²⁰ Por lo tanto el

²⁰ Información de base de datos PARA TODO MÉXICO. Sección Relieve del Estado para la Ciudad de México. Consulta. Oct. 2017

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

espacio orográfico que ocupa la ciudad se constituye de la siguiente forma:

Orografía	Porcentaje Total
Sierra	47.10 %
Llanura	45.03%
Lomerío	6.42%
Escudo Volcánico	0.90%
Meseta	0.55%

Del noroeste al sureste se conforma por rocas de origen ígneo extrusivo o volcánico (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) producto de la formación de volcanes como: Tláloc, Cuautzin, Pelado, Teuhtli, Chichinautzin y el de mayor altitud cerro la Cruz de Márquez o Ajusco con 3 930 metros sobre el nivel del mar (msnm).

En el centro-oeste, hay una zona de lomerío que separa al valle que se extiende desde el centro hasta el este, en este punto se localiza la altura mínima con 2 300 metros.

La planicie del valle es interrumpida por el cerro de Chapultepec, cerro de la Estrella, volcán Guadalupe y cerro del Chiquihuite. En las cercanías de la localidad San Andrés Mixquic, hay un lomerío que se extiende de noroeste a sureste.²¹

Hidrografía

Sobreexplotación de acuíferos

En México, existen 653 acuíferos. <<A partir del proceso de identificación, delimitación, estudio y cálculo de la disponibilidad, comenzado en 2001, el número de acuíferos sobreexplotados ha oscilado anualmente entre 100 y 106. Al 31 de diciembre de 2015 se reportan 105 acuíferos sobreexplotados (figura 2.8). De acuerdo con los resultados de los estudios recientes, se define si los acuíferos se convierten en sobreexplotados o dejan de serlo, en

²¹ INEGI. Anuario Estadístico de la Ciudad de México. Consulta. Oct 2017

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

función de la relación extracción/recarga.>>²²Podemos observar el problema nacional en la siguiente imagen.



Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Podemos observar que, dentro del área de mayor explotación, se encuentra la Ciudad de México. Lo que lo convierte en un problema a nivel nacional, pero principalmente de la capital del país.

Si hacemos una recapitulación de la historia podemos encontrar que la situación en la zona era totalmente opuesta, pues la cuenca del Valle de México correspondía a una cuenca lacustre endorreica, con agua en grandes cantidades.

Tiempo de retorno de agua al subsuelo

Lo podemos ver reflejado en la siguiente tabla, donde la región hidropolitana XIII, de la cual forma parte la Ciudad de México, es la tercera con menor recarga de mantos acuíferos, después de dos regiones de clima desértico.

²² (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016) Estadísticas del agua en México. Cap 2. Pág. 51.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Número de RHA	Número de acuíferos				Recarga media (hm ³)
	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I	88	14	11	5	1 658
II	62	10	5		3 207
III	24	2			3 076
IV	45	1			4 873
V	36				1 936
VI	102	18		8	5 935
VII	65	23		18	2 376
VIII	128	32			9 656
IX	40	1			4 108
X	22				4 599
XI	23				22 718
XII	4		2	1	25 316
XIII	14	4			2 330
Total	653	105	18	32	91 788

Tabla de acuíferos del país. Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Según las NOM para instalaciones hidráulicas, se tiene un parámetro de retorno estimado para la regeneración de cauces pluviales equivalentes a 10 años debido a que es una ciudad altamente densificada.

TABLA 1-6.- Periodos de retorno para corrección de cauces naturales.

Periodo de retorno	Aplicación
5 años	Cauces en zonas agrícolas sin infraestructura afectable.
10 años	Cauces en zonas agrícolas con infraestructura afectable.
50 años	Cauces dentro de poblaciones con menos de 10,000 habitantes.
100 años	Cauces dentro de poblaciones con más de 10,000 habitantes.

Temperatura

Se presenta una tabla con las comparativas por meses, del clima para la Ciudad de México.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12.6	13.8	16.2	17.5	18.2	18.3	17.4	17.6	17	15.9	14	12.7
Temperatura min. (°C)	2.9	3.7	6.1	7.8	9.3	11	10.6	10.5	10.5	8.2	5.2	3.5
Temperatura máx. (°C)	22.3	24	26.4	27.2	27.2	25.7	24.3	24.7	23.6	23.6	22.9	21.9
Temperatura media (°F)	54.7	56.8	61.2	63.5	64.8	64.9	63.3	63.7	62.6	60.6	57.2	54.9
Temperatura min. (°F)	37.2	38.7	43.0	46.0	48.7	51.8	51.1	50.9	50.9	46.8	41.4	38.3
Temperatura máx. (°F)	72.1	75.2	79.5	81.0	81.0	78.3	75.7	76.5	74.5	74.5	73.2	71.4
Precipitación (mm)	9	7	11	23	54	110	124	119	102	52	8	6

Diagrama de temperatura de la Ciudad de México
Fuente: climate.data.org

La región hidropolitana del Valle de México

Se integra funcionalmente por las regiones con relación física en cuestiones hidráulicas, con condiciones similares, aunque su gestión pueda ser fragmentada en los diferentes niveles de gobierno y varias entidades administrativas.



Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016) Cap.1

Éstas regiones que coexisten en el Valle de México está formada por el Estado de México y la Ciudad de México y corresponde cada región a su propio sistema de gestión para fines técnicos, administrativos y demás. La región es la número 13 para la ciudad de México.

“La región hidropolitana es un gran sistema creado hace muchos siglos, con problemas y desafíos que enfrenta este gran sistema.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Se plantea la interrogante de si podremos resolver esos grandes problemas y, de no hacerlo, se irán agravando los conflictos, las carencias y las contradicciones, teniendo un sistema hídrico cada vez más disfuncional y problemático que planteará enormes desafíos al funcionamiento de la ciudad”²³

Infraestructura primaria de la región hidropolitana

120 presas, bordos y abrevaderos
181 mil hectáreas con riego
79 plantas de tratamiento
158 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación
158 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación
600 km de acueductos en los sistemas Lerma, Cutzamala y Programa de acción inmediata

A pesar de ésta infraestructura, es de gran dificultad proveer a la Ciudad de México de agua potable, en la siguiente tabla se puede observar la gran densidad de habitantes que tiene ésta zona y el nivel tan bajo de agua per cápita por habitante por año, en comparación con las otras áreas.

Número de RHA	Superficie continental (km²)	Agua renovable 2015 (hm³/año)	Población a mediados de año 2015 (millones de hab.)	Densidad de población (hab./km²)	Agua renovable per cápita 2015 (m³/hab./año)	Aportación al PIB nacional 2014 (%)	Municipios o delegaciones del D.F. (número)
I	154 279	4 958	4.45	28.8	1 115	3.61	11
II	196 326	8 273	2.84	14.5	2 912	2.86	78
III	152 007	25 596	4.51	29.7	5 676	2.88	51
IV	116 439	21 678	11.81	101.4	1 836	6.14	420
V	82 775	30 565	5.06	61.1	6 041	2.29	378
VI	390 440	12 352	12.30	31.5	1 004	14.29	144
VII	187 621	7 905	4.56	24.3	1 733	4.19	78
VIII	192 722	35 080	24.17	125.4	1 451	19.08	332
IX	127 064	28 124	5.28	41.6	5 326	2.24	148
X	102 354	95 022	10.57	103.2	8 993	5.62	432
XI	99 094	144 459	7.66	77.3	18 852	4.93	137
XII	139 897	29 324	4.60	32.9	6 373	7.38	127
XIII	18 229	3 442	23.19	1 272.2	148	24.49	121
Total	1 959 248	446 777	121.01	61.8	3 692	100.00	2 457

Fuente: Elaborado con base en CONAPO (2012), INEGI (2008), INEGI (2016j), CONAGUA (2016b).

²³ Dr. Manuel Perló Cohen, director del Instituto de Investigaciones Sociales (IIS) de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. En la 38a Feria Internacional del Libro (FIL) del Palacio de Minería.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Características de las regiones hidropolitanas. Fuente: Estadísticas del Agua en México. (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

Origen y destino de los caudales.

Las regiones hidrológicas, son las áreas en las que se divide la República Mexicana para abastecer las diversas poblaciones de agua potable.



Regiones de abastecimiento hidráulico de México. (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Escenario futuro para la próxima década.

<<En México, siete de cada diez habitantes viven en una ciudad. Las proyecciones demográficas para los siguientes 25 años indican que continuará un incremento sostenido de las zonas urbanas y con ello el riesgo de mayores problemas de acceso y abastecimiento de agua, situación que ya afecta a 38 ur-bes del país, entre ellas la Ciudad de México>>. ²⁴



Fuente: (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)

²⁴ El Agua en la Ciudad de México. Revista Ciencias UNAM.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Anexo 3. La composición del agua post-consumo

<<Comprende los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, mientras que los suspendidos son los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.



Principales agentes modificadores de la calidad del agua. (SEMARNAT Y CONAGUA, 2016)
Estadísticas del Agua en México

Concentración de materia orgánica. Se mide con los análisis DBO5 y DQO.

- **DBO5** (Demanda Biológica o bioquímica de Oxígeno): es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de **5 días** para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20° C.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN
EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM,
CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

• *DQO* (Demanda Química de Oxígeno): es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse química pero no biológicamente.

Mientras que la DBO5 se emplea habitualmente para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, tanto las tratadas como las no tratadas, la DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o bien no son biodegradables o bien contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos.

– **pH**. Mide la acidez o basicidad de una muestra de aguas residuales.

Niveles de tratamiento de agua

1) Pretratamiento: Desabaste, desengrasado y desarenado.

Tipo de depuración: Física. Tratamiento que remueve los sólidos físicamente más significativos en tamaño, como la basura y partículas pesadas (grava, arena, semillas).

- Equipo necesario: Elementos obstaculizadores como rejas y desarenadores.
 1. Desabaste: Conjunto de rejas finas y gruesas con mayor o menor separación que retenga los materiales arrastrados por el agua.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

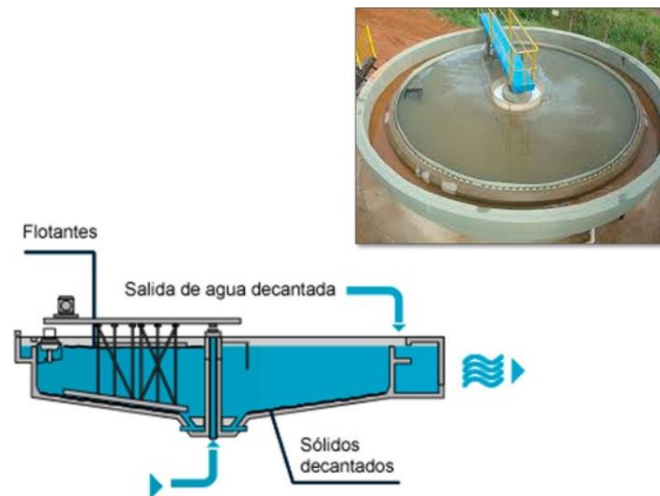
Diana García Acosta

2. Desarenador: Canales reductores de velocidad del agua que permite la sedimentación de las partículas con mayor peso
3. Desengrasado: Mecanismo de recolección superficial. Recolecta grasas y aceites que por su densidad menor que la del agua, se encuentran en la parte superior del volumen contenido.

2) Tratamiento primario

Tipo de depuración: Física ó físico-químico. Remueve los contaminantes estancados al fondo de los tanques, el cual forma una especie de lodo con cualidades para ser usado como abono. Hasta éste proceso se tiene una purificación del 40%– 60% del total de contaminantes.

- Equipo necesario: Tanques de sedimentación (tanques decantadores primarios) Disponen de mecanismos de arrastre y extracción de los fangos depositados en el fondo y rasquetas superficiales para recuperar las materias flotantes y las espumas.



Esquema de funcionamiento e imagen física de un tanque de Decantamiento primario.
Fuente: TOPOZONO. Ingeniería Medio Ambiental para la Desinfección Definitiva y Ecológica del Agua y el Aire

3) Tratamiento Secundario

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Tipo de depuración: Biológica ó por Biomasa Fija. Se emplean bacterias benéficas para remover los contaminantes no eliminados por el tratamiento primario. Hasta éste punto se considera que se ha eliminado el 85% de los contaminantes de aguas residuales.²⁵

- Equipo necesario:

1. Biológica ó de biomasa suspendida:

Sistema de aireación Incorpora oxígeno o aire al agua para el crecimiento de las bacterias, es la forma en la que <<Los microorganismos se mantienen en suspensión mediante diversas formas de agitación, generando una masa homogénea (fangos activos o lechos bacterianos, estanques de estabilización, canales de oxidación y aireación prolongada)>>.²⁶

2. Biomasa fija: Soportes que capturan a los microorganismos, generan una película biológica que consume la materia orgánica y por su consistencia, se desprende en forma de flóculos decantables.

De cualquiera de los dos procesos utilizados se obtiene una mezcla de agua residual y fangos, conocida como "licor mezcla" <<la cual posteriormente se conduce a tanques decantadores para la separación, por sedimentación floculante, del fango y del agua depurada. Una parte del fango se vuelve a introducir en el proceso biológico, constituyendo la llamada recirculación de fangos, evacuándose el resto al sistema de tratamiento de fangos.>>²⁷

²⁵ Información de SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. SEMARNAT en colaboración con INTERAPAS. Fecha de consulta: noviembre 2017.

²⁶ SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. SEMARNAT en colaboración con INTERAPAS. Fecha de consulta: noviembre 2017. Sec. Tratamiento secundario de agua residual.

²⁷Op. Cit. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. Sec. Tratamiento de agua residual.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta



Planta de tratamiento secundaria. Fuente: TOPOZONO.

4) Tratamiento terciario ó avanzado

Tipo de depuración: Física (Filtración) y Química (Desinfección). Elimina los nutrientes contenidos en el agua que pueden favorecer al crecimiento de flora acuática (algas y lirios) como el fósforo o amoníaco.

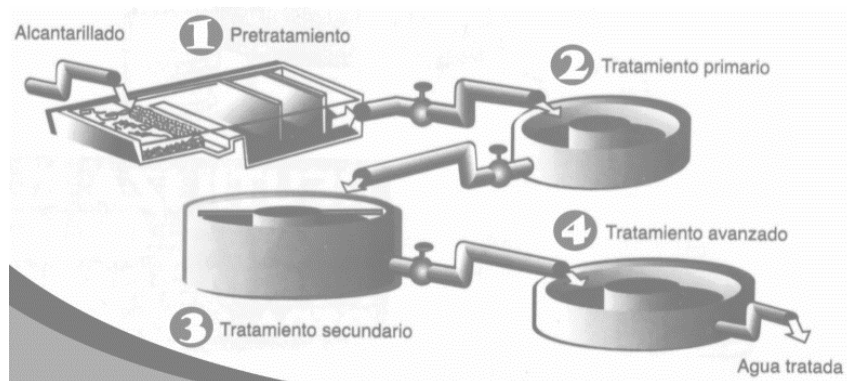
- Elementos necesarios:
 1. Filtración: Cámara con elementos granulares de diversos tipos y tamaños, como arena fina y carbón.
 2. Desinfección: Cámara a la que se le añaden productos químicos como el cloro, luz solar para desinfectante natural ó aplicación de rayos ultravioleta.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta



Cámara de desinfección natural. Fuente: TOPOZONO.



Sistema de tratamiento de agua residual avanzado. Fuente de consulta: SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. SEMARNAT en colaboración con INTERAPAS

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Tecnología Inverter V– LG Compañía.

Tabla 1. Relación del consumo de agua en evaporativos

Consumo de agua en evaporativos convencionales y Master cool			
Aparato de 4800 CFM	Consumo		
	Por día	Por mes	En cada 10 mil aparatos
Evaporativo convencional	545 lt	16,350 lt	163,500,000 lt / mes
*Master cool	400 lt	12,000 lt	120,000,000 lt / mes

* Estudio de la Universidad de Arizona (Karspiscak, 1988)

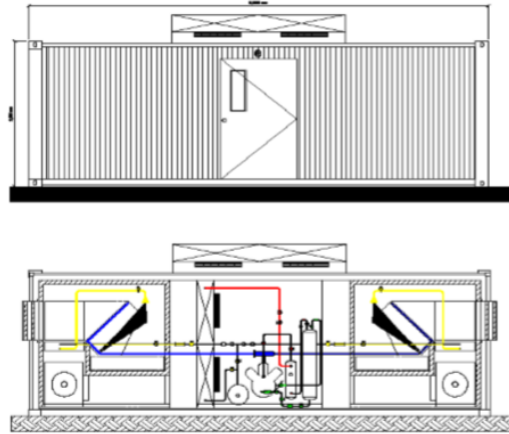
Sistema de Condensación de Vapor

Uno de estos sistemas es Aquaer Generator, inventado por Enrique Veiga, que genera agua a partir de la condensación del vapor del agua del ambiente. Este sistema capta el aire y lo conduce a una cámara donde se enfría y se produce la condensación. El agua se recoge y se canaliza a un depósito. El límite de trabajo del Aquaer Generator está en un 8% de humedad relativa y 45 grados de temperatura, condiciones que cumple la Ciudad de México.

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Al cabo del día puede obtener hasta 3000 litros de agua y su consumo eléctrico es equivalente al de una lavadora.



GENERADOR DE AGUA POTABLE

Elementos:

- 1) Carrocería en panel de acero inoxidable aislada con poliuretano Acero AISI 304
- 2) Intercambiador aire-aire
- 3) Intercambiador aire-líquido
- 4) Batería evaporador con inyección electrónica
- 5) Turbina de aire
- 6) Unidad Condensadora
- 7) Interconexión de los distintos elementos
- 8) Cuadro eléctrico y telegestión
- 9) Lámpara ultravioleta, que garantiza la potabilidad del agua.
- 10) Cuadro eléctrico
 - ❖ Interruptor general automático
 - ❖ Protecciones térmicas para todos los motores

ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

- ❖ Arrancadores para motores
- ❖ Relés auxiliares
- ❖ Cableado del cuadro, con conductores flexibles de 750 V de tensión nominal de aislamiento

Torres de Refrigeración



ELEMENTOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES. CASO DE APLICACIÓN: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM, CIUDAD DE MÉXICO.

Diana García Acosta

Diagrama original de Sistema de Recuperación de acuíferos.

