



---

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura  
Taller: Juan Antonio García Gayou

**MUSEO DEL AGUA**  
(Ciudad Universitaria)

**TESIS PROFESIONAL**  
Que para obtener el título de Arquitecta  
presenta:

Cindy Miroslava Vega González

CD.MX., Diciembre 2017

Jurado  
Arq. Elodia Gómez Maqueo Rojas  
Mtra. en Arq. Silvia Decanini Terán



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



**A mi madre Sara González.**

Gracias por el hábito de estudio que estableció en mí, desde mi niñez.

**A mi padre Roberto Vega.**

Gracias por su paciencia.

**A mi hijo Marcos Murillo.**

Que sin su existencia, no hubiera tenido motivación, en momentos difíciles.

**A mi esposo Juan Carlos Hurtado.**

Por su dedicación, aceptación y ayuda incondicional, para la realización de esta meta, la cual también es de él.

**A mis hermanos Abril, Fernando y Esteban. A mis amigas Arq. Mercedes, Ing. Cristal, Arq. Xenia, a mi amiga y prima Arq. Mariana Vega,** quienes han brindado su motivación ayudándome a perseverar hasta el final. Y a todos aquellos que contribuyeron en mi formación como Arquitecta y como persona, muchas gracias

**Y sobre todo gracias al Creador,** quien estuvo conmigo todo este tiempo.

Introducción .....	pág.1	<b>M</b>
1. Marco Contextual		
1.1 Contextualización .....	pág.3	<b>U</b>
1.1.1 Problemática global .....	pág.3	
1.1.2 Extracción .....	pág.4	<b>S</b>
1.1.3 Escasez .....	pág.5	
1.1.4 Contaminación .....	pág.5	<b>E</b>
1.1.5 El sector agrícola, mayor consumidor .....	pág.5	
1.2 Definición del problema.....	pág.6	<b>O</b>
1.3 Construcción del problema .....	pág.6	
1.4 Definición del usuario .....	pág.7	<b>D</b>
1.4.1 Densidad de población .....	pág.7	
1.4.2 Nivel Socioeconómico .....	pág.7	<b>E</b>
1.4.3 Nivel Sociocultural .....	pág.8	
1.5 Demanda del proyecto .....	pág.9	<b>L</b>
1.5.1 CUS y COS .....	pág.10	
1.5.2 Pronóstico del costo de proyecto .....	pág.11	<b>A</b>
1.6 Conclusiones .....	pág.11	
1.6.1 Ante programa arquitectónico .....	pág.13	<b>G</b>
2. Marco Histórico		
2.1 Origen y Evolución del Museo .....	pág.14	<b>U</b>
2.2 Análisis de espacios análogos .....	pág.18	
2.2.1 Universum .....	pág.18	<b>A</b>
2.2.2 Museo Modelo de Ciencias e Industrias .....	pág.20	
2.2.3 Papalote museo del niño .....	pág.28	<b>G</b>
Tabla 2.2.1 Comparación de museos análogos .....	pág.32	<b>U</b>
Tabla 2.2.2 Comparación de espacios principales .....	pág.33	<b>A</b>



M	2.3 Innovaciones y Aportaciones	pág.34
	2.3.1 Solución Constructiva y Estructural	pág.34
U	2.3.2 Montacargas de carga pequeña	pág.35
	2.3.3 Azoteas Verdes	pág.36
S	2.3.4 Membrana Líquida Impermeabilizante	pág.36
	2.3.5 Reutilización y Reciclaje de Agua	pág.37
E	2.3.6 Aprovechamiento de Agua Pluvial	pág.38
	2.3.7 Pozos de Absorción	pág.38
	2.3.8 Sistema de certificación LEED	pág.39
O	2.4 Conclusiones de diseño	pág.41
	3. Marco Teórico-Conceptual	
	3.1 Definición de museo	pág.43
D	3.2 Funciones de museo	pág.43
	3.3 Tipología de museos	pág.43
E	3.4 Conceptualización	pág.46
	3.5 Concepto Arquitectónico	pág.47
L	3.6 Fundamentación Teórica	pág.47
	3.6.1 Arquitectura Sostenible	pág.48
	3.6.2 Arquitectura Orgánica	pág.48
A	3.7 Apoyos Arquitectónicos	pág.49
	3.7.1 Techos verdes	pág.49
	3.7.2 Academia de Ciencias [Renzo Piano]	pág.50
G	3.8 Conclusiones	pág.52
U		
A		



4. Marco Metodológico .....	pág.53	M
4.1 Normatividad .....	pág.54	
4.1.1 Lineamientos DGOC .....	pág.57	U
5. Marco Operativo .....		
5.1 El Sitio .....	pág.58	
5.1.1 Hitos y Sendas .....	pág.59	S
5.1.2 Contexto Físico .....	pág.61	
5.1.3 Estructura geográfica .....	pág.62	E
5.1.4 Clima .....	pág.62	
5.1.5 Aspectos geológicos .....	pág.65	
5.1.6 Ciclos ecológicos .....	pág.67	O
5.1.7 Equipamiento urbano .....	pág.69	
5.1.8 Infraestructura .....	pág.70	
Red de Agua Potable		
Red de Agua Tratada		D
Red de Drenaje		
Suministro de Energía Eléctrica		E
5.2 Programa Arquitectónico .....	pág.71	
5.3 Matriz de Interrelaciones .....	pág.80	
5.4 Matriz de zonificación .....	pág.81	L
5.5 Diagrama general de funcionamiento .....	pág.82	
5.6 Diagrama general de flujos .....	pág.83	A
5.7 Diagramas particulares de funcionamiento .....	pág.84	
5.7.1 Salas de exposiciones .....	pág.84	
5.7.2 Accesos/Azotea Verde .....	pág.84	G
5.7.3 Administración .....	pág.85	
5.7.4 Investigación/Servicios generales .....	pág.85	U
5.8 Zonificación general .....	pág.86	A



<b>M</b>	6. Proyecto Ejecutivo .....	pág.87
	6.1 Imágenes del Museo del Agua .....	pág.89
<b>U</b>	6.2 Memoria descriptiva .....	pág.97
	6.3 Memoria estructural .....	pág.98
<b>S</b>	6.4 Memoria de Instalaciones Hidráulicas .....	pág.106
	6.5 Memoria de Instalaciones Sanitarias .....	pág.110
<b>E</b>	6.6 Memoria de Instalación Pluvial .....	pág.112
	6.7 Memoria de Instalación Eléctrica .....	pág.114
<b>O</b>	6.8 Costos paramétricos .....	pág.117
	6.9 Factibilidad del proyecto .....	pág.122
	7. Conclusiones finales .....	pág.122
	Bibliografía .....	pág.124

**D**

**E**

**L**

**A**

**G**

**U**

**A**



La presente tesis "Museo del Agua", es una propuesta a la necesidad social de educación y cultura de este líquido vital; tanto en México como en el mundo, la creación y fomento del cuidado y manejo integral de este recurso es indispensable, pues permite a las personas conocer y comprender su importancia y como resultado ejercer un uso responsable. De esta manera, el museo busca contribuir a la construcción y fortalecimiento de una conciencia social, es decir, a la unificación de creencias y conocimientos compartidos y a las actitudes morales que funcionan como una fuerza unificadora dentro de la sociedad que permiten su fortalecimiento" <sup>1</sup>. En este caso basados en el manejo del agua.

Aunque pudiera parecer difícil, no todas las personas conocen la importancia del agua, ni el papel que juega en todas las actividades humanas y naturales, desde la composición corporal, hasta los diversos procesos industriales, por esto la importancia de un espacio en el que se muestren de manera interactiva los diferentes aspectos que conforman el conocimiento del agua, logrando de esta manera un acercamiento a las personas que asistan, y así cumpliendo las cuatro dimensiones que, como indica Giddens permiten la construcción de una conciencia social, base del cuidado del agua. Volumen, Intensidad, rigidez y contenido, todos enfocados a los individuo que conforman a la sociedad, es decir, el museo podrá abarcar una población de aproximadamente 1600 personas diarias (volumen), con 4 salas permanentes y una para exposiciones temporales que permitirán hacer más cercano el problema al dividirlo en cuatro rubros claros(intensidad), con información clara, precisa y reciente (rigidez) que muestre de manera sencilla la situación actual del agua, y por último, con contenido gráfico, textual y lúdico centrado en "El Origen de la Vida en el Agua", "El Agua y el Sistema Planetario", "El Agua, la Industria y el Campo" y por último, "El Agua y la Sustentabilidad" (contenidos).

William McDougall escribió: "Cabe considerar la mente como un sistema organizado de fuerzas mentales o intencionales, y, en el sentido así definido, puede decirse con propiedad que toda sociedad humana posee una mente colectiva. Porque las acciones colectivas que constituyen la historia de tal sociedad están condicionadas por una organización únicamente describable en términos mentales, y que empero no está comprendida dentro de la mente de individuo alguno" <sup>2</sup>. Este fundamento permite sustentar un museo del agua, pues el futuro de esta depende completamente de las acciones que se realicen de manera colectiva.

Al hablar del agua no queda duda alguna sobre la importancia de la problemática que entorno a esta existe, pues algunas estimaciones preliminares sostienen que el agua es un negocio que mueve alrededor de 300.000 millones de dólares en el mundo y que, además, está en crecimiento. Desde hace algunos unos años los técnicos vienen advirtiendo sobre la importancia de garantizar el acceso al agua para todos los habitantes y la posibilidad de que en el futuro también se promuevan guerras para su control, como sucede hoy con el petróleo y otros recursos fundamentales para la industria y la supervivencia humana. Debemos recordar que las dificultades entorno a ésta no solo se tratan de calmar la sed, sino también son un problema de salud y de desarrollo de la agricultura y la producción de alimentos. Según estimaciones de la ONU, unos 1.000 millones de personas en todo el mundo todavía carecen de acceso a agua potable, mientras que alrededor de 2.600 millones de personas no tienen saneamiento adecuado, por ejemplo, en África, el número de personas con acceso a agua crece en forma sostenida, pero este aumento no acompaña el incremento poblacional. Más personas significan más consumo, pero también más desechos.

<sup>1</sup> Collins, *Diccionario de Sociología* pág 93

<sup>2</sup> "Introducción a la Psicología" de William McDougall - Editorial Paidós.





**M** Los Objetivos de Desarrollo de la ONU para el Milenio, que buscan reducir 50 por ciento la extrema pobreza y el hambre para 2015 respecto de los niveles de 1990, también tienen como meta bajar a la mitad el número de personas sin acceso a saneamiento básico.

**S** Roberto Lenton, presidente del Consejo Consultivo sobre el Agua Potable y Saneamiento de la ONU afirma que: “Es una crisis silenciosa porque es un tema del que no se habla. Es un tema tabú. Es un tema del que la gente se siente molesta de hablar, y entonces no se discute, no se habla”.

**E** En el encuentro de Estocolmo (2008), Lars Thunell, vicepresidente ejecutivo de la Corporación Financiera Internacional, dependiente del Banco Mundial subrayó que: “La escasez de agua plantea una amenaza al suministro alimentario justo cuando el sector agrícola intensifica la producción, en respuesta a los disturbios por el encarecimiento de los alimentos y el aumento del hambre y la malnutrición, además como el consumo de agua aumenta donde hay desarrollo y estilos de vida mejorados, podemos esperar demandas incluso mayores de agua dulce, y de alimentos, por lo que la agricultura, sector que hace un uso intensivo del líquido, la industrialización y la producción energética están guiando la demanda de éste líquido”.

**A** En conclusión, el agua como recurso natural, es un tema de suma relevancia para la sociedad, debido a la importancia biológica y económica que ésta tiene, tomando en cuenta los constantes cambios sociales que se han generado debido a los procesos de industrialización, tecnificación y crecimiento poblacional

**U** El hombre no puede ser el mismo de ayer ya que el medio ambiente también se ha visto modificado;

**A**

por lo tanto esta tesis muestra una alternativa en la que se fusiona lo arquitectónico y lo social, proponiendo a través de su museografía y espacios arquitectónicos generar una nueva cultura y conciencia social sobre el tema del agua.

Recordemos que en este proyecto la Arquitectura del museo es producto de una exhaustiva investigación en la que se auxilió de disciplinas como la Sociología, Psicología, Antropología, Geografía, Física, entre otras.

*“La arquitectura del Museo es un reflejo de la sociedad y de la cultura por lo cual se considera que un arquitecto debe experimentar e innovar haciendo uso, con discreción, de las nuevas tecnologías y de las herramientas de su tiempo, pero sin dejar a un lado la historia y la tradición”.*

*Renzo Piano*



## 1.1 Contextualización

El agua dulce es un recurso natural renovable pero finito en relación a los niveles de consumo. Por ello en nuestra tesis profesional queremos plantear los distintos problemas del agua en México, así como concientizar a la población de estos y promover una cultura del cuidado de este recurso.

Se piensa que para el año 2025, la extracción del agua incrementará un 50% en países en desarrollo y un 18% en países desarrollados.

Uno de los objetivos planteados, es garantizar la sostenibilidad del medio ambiente con el fin de invertir la pérdida de recursos del medio ambiente, dentro de los cuales el agua ocupa un papel prioritario.

La cantidad de agua que hay en la Tierra alcanza los 1,385 millones de kilómetros cúbicos, sin embargo, menos del 3% de esta cantidad es agua dulce y de este total apenas el 0. 3% es agua superficial.

### 1.1.1 Problemática Global

La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

México, un país rico en recursos naturales, obtiene el agua que consume la población de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo, el 63% del recurso utilizado en todo el país proviene de aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos), mientras que el 37% restante se extrae de agua subterránea (pozos, acuíferos).

Estos acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias. Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cuatro meses lo que propicia una escasa captación

Aunado a esto, del total de agua captada por lluvias, aproximadamente el 70% se evapora.

Bajo este panorama México enfrenta actualmente graves problemas de disponibilidad, de desperdicio y de contaminación del agua. No obstante existen diferencias territoriales importantes que son desfavorables.

En el norte del territorio nacional, el agua de lluvia que se capta por escurrimiento es únicamente el 4% mientras que en el sureste y las zonas costeras se logra captar el 50% del escurrimiento.

La población en México ha crecido sustancialmente, en 1950, el número de habitantes era de solo 26 millones, para el 2010 se cuadruplico al alcanzar casi 109 millones. En contraste, en casi 60 años, la disponibilidad de agua per cápita ha disminuido 4 veces, de acuerdo con estadísticas del agua en México de CONAGUA (CNA) (Figura 1.1.1).

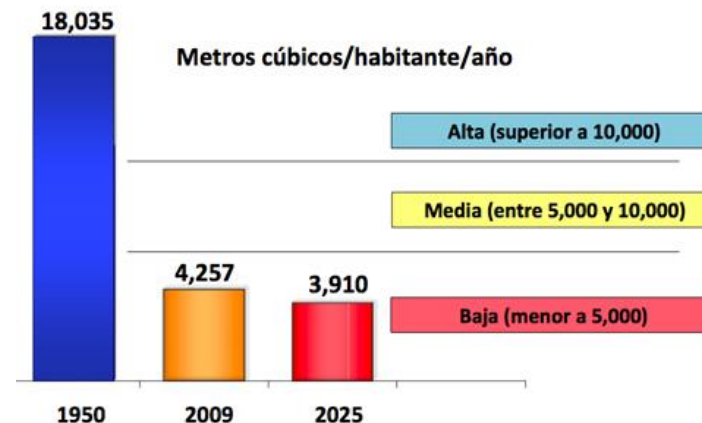


Figura 1.1.1 La disponibilidad de agua per cápita. Fuente imagen: website CONAGUA



### 1.1.2 Extracción

M Actualmente se tienen registrados más de 650 acuíferos en el país. El volumen estimado de agua que se extrae de ellos es de 27 kilómetros cúbicos/año, que representa 36% del agua destinada a usos consuntivos (aquellos en los que el agua es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de agua). La mayor parte del agua extraída se destina al uso agropecuario, seguido por el uso para abastecimiento público.

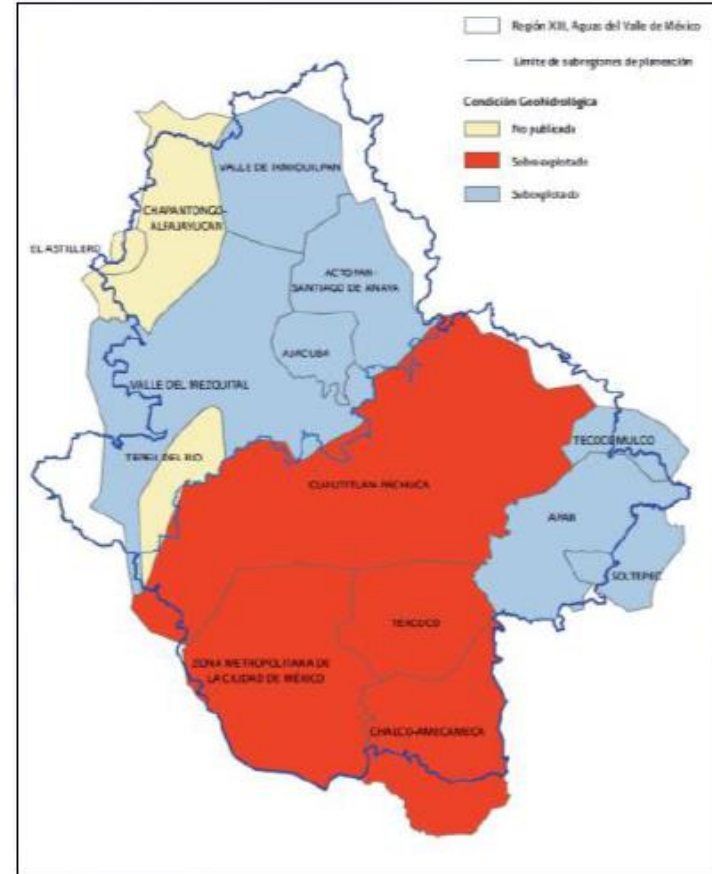
O Casi dos terceras partes del agua destinada al abastecimiento público y un tercio del agua extraída con fines agropecuarios se obtienen de fuentes subterráneas. A nivel nacional se extrae aproximadamente el 34% del volumen estimado de recarga anual.

D El consumo de agua en la ZMCM (Zona Metropolitana de la Ciudad de México) asciende actualmente a 72.5 metros cúbicos/segundo, de los cuales 52.2 metros cúbicos/segundos (equivalentes al 72 %) es agua subterránea que se extraen de los acuíferos, 1.45 metros cúbicos/segundos (equivalente al 2 %) proviene de sistemas superficiales, por lo que el aporte de fuentes internas asciende a 53.65 metros cúbicos/segundos.

A Esta extracción de agua subterránea se inició en 1847, lo que ha traído serias consecuencias en cuanto a los efectos sobre la cantidad y presión del agua , con modificaciones en niveles piezométricos, que se van perdiendo a razón de 1 metro/año.

G Los recursos hídricos resultan limitados en cuanto a cantidad y calidad en la megaciudad de México, y pueden llegar al agotamiento en ciertas zonas en un tiempo finito.

A Esto aunado a las fuentes de contaminación potencial tornan vulnerable la región, aspecto que es urgente atender con una nueva visión interdisciplinaria.



Vista de los 14 acuíferos existentes en el Valle de México, cuatro se encuentran en condición de “sobreexplotado”. Fuente Imagen: website CONAGUA

### 1.1.3 Escasez

Un país con escasez de agua es aquel que cuenta con menos de 1.000 metros cúbicos disponibles por habitante por año, lo que no es suficiente para proporcionar adecuada alimentación o para respaldar el progreso económico, y es además una causa potencial de severos daños ambientales

Actualmente existen más de 28 países que se pueden considerar con problemas de escasez de agua. México se encuentra en un nivel medio con una disponibilidad de agua per cápita de 5,000 metros cúbicos por año.

La demanda de agua continúa creciendo como consecuencia del incremento de la población: actualmente, la dotación per cápita a nivel mundial es 33% inferior a la que existía en 1970 y, a partir de entonces, cerca de 1,800 millones de personas se han sumado a la población mundial.

El crecimiento poblacional y económico han ejercido mayor presión sobre las reservas de agua en México, al punto que el volumen demandado es mayor que el suministrado en algunas regiones del país, lo que obliga al gobierno a decidir a quién dejar sin este recurso.

### 1.1.4 Contaminación

La contaminación es uno de los principales problemas que enfrentan los acuíferos en México.

Si bien es cierto que las aguas subterráneas suelen ser más difíciles de contaminar que las superficiales, cuando esta contaminación se produce, es más costosa y difícil de eliminar.

Sucede así porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento.

Se calcula que mientras el tiempo medio de permanencia del agua en los ríos es de días, en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su saneamiento. En muchas ocasiones, la situación se agrava por el reconocimiento tardío de que se está deteriorando el acuífero, ya que como el agua subterránea no se ve, el problema puede tardar en hacerse evidente.

La CNA informaba que sólo 5% de los cuerpos de agua superficial del país presentaba una calidad excelente; 22% estaba en condiciones aceptables (es decir, que un tratamiento convencional la convertía en potable); 49% se consideraba como poco contaminado, pero 24% presentaba tal grado de contaminación que resultaba prácticamente imposible darle algún uso directo, aunque se podría utilizar para usos indirectos.

Esto implicaba que sólo 27% de las aguas superficiales mexicanas eran de calidad aceptable.

Esta situación está asociada, en gran medida, con las descargas de aguas residuales sin tratamiento que reciben los cuerpos de agua, así como a la no evaluada contaminación difusa, lo cual ha ocasionado grados variables de contaminación.

### 1.1.5 El sector agrícola, mayor consumidor

Del total de agua dulce utilizada en el mundo, se estima que el 76.7% se destina para riego agrícola, el 9.2% para la industria y el 14.1% para consumo doméstico, comercial y otros servicios urbanos municipales (Figura 1.1.5.1), mientras que en México aproximadamente el 83% del volumen total de agua se destina al riego, 12% al abastecimiento de agua para uso doméstico, 3% al uso industrial y el 2% restante a la acuicultura.

En el mundo, 1.4 miles de millones de personas viven sin agua potable para consumo doméstico y 7 millones de personas al año mueren por enfermedades relacionadas con el agua;



**M** en México el 16.5% de la población viven sin agua potable para consumo doméstico.

**U** Ante estas circunstancias muchas regiones del mundo han alcanzado el límite de aprovechamiento del agua, lo que los ha llevado a sobreexplotar los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, creando un fuerte impacto en el ambiente natural.

**S** En esos países, el agua subterránea se ha convertido en el sostén principal de las actividades agroalimentarias. Sin embargo, ese valioso recurso no se está utilizando de manera sostenible.

**E** En los países en los que se depende del agua subterránea para la irrigación, el exceso de extracción de agua está provocando que los niveles freáticos de agua dulce estén descendiendo a un ritmo muy alarmante.

**D** Las consecuencias derivadas de no intentar solucionar ese problema son potencialmente catastróficas, especialmente para las poblaciones más pobres, que son las que más padecen la escasez del agua.

**E** Son tres los problemas principales que caracterizan a la utilización del agua subterránea: el agotamiento debido a un exceso de extracción de este recurso; las inundaciones y la salinización causadas por un drenaje insuficiente; y finalmente, la contaminación, debida a las actividades intensivas agrícolas, industriales.

### 1.2 Definición del problema

**G** México se encuentra inmerso en una realidad hidrológica compleja derivada de la degradación sostenida y hasta el momento incontenible, de sus ríos, acuíferos, cuencas, humedales y en sí de todos sus ecosistemas lacustres; realidad que comparte con la mayoría de los países del orbe, al grado que este tema ya es considerado como un fenómeno de magnitud planetaria.

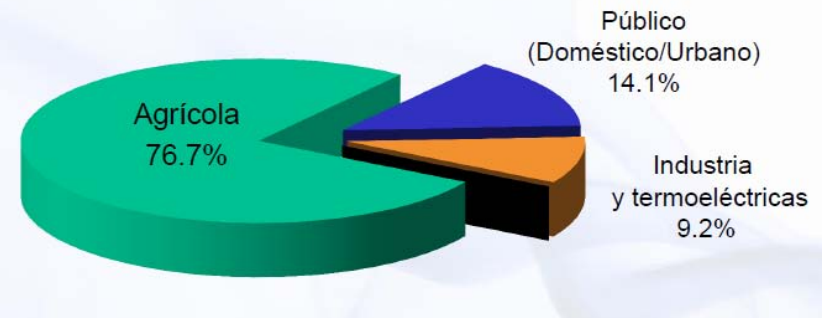


Figura 1.1.5.1 Sectores de consumo de agua. Gráfico de elaboración propia con datos de CONAGUA

Nosotras pretendemos crear un conjunto arquitectónico que abarque diferentes espacios tratando esta problemática; consideramos que se logrará construyendo un Museo del Agua, que tendrá como propósito fundamental; crear conciencia de la problemática del agua en la Sociedad Mexicana, generando un impacto emocional y a su vez, pasar de la sensibilización a la acción por medio de soluciones que se mostrarán en el Museo.

### 1.3 Construcción del problema

Pretendemos diseñar un innovador conjunto educativo que no existe en el Distrito Federal, y que integre espacios con ideas y propuestas tales como:

- Concientizar a la población acerca del uso correcto del agua
- Enseñar un valor económico del agua
- Promover una educación para la sostenibilidad y como parte de la misma, una nueva cultura del Agua.

Se aspira que el visitante obtenga conocimientos y realidades sobre el agua y para esto el espacio museográfico de cada una de las salas seguirá un paradigma tradicional siguiente:

- 1.-El museo es un apoyo que complementa la educación formal
- 2.-El objetivo de la visita es la obtención de conocimientos
- 3.-Lo esencial de una exposición es su contenido
- 4.-El museo aspira a presentar el significado natural de las cosas
- 5.- Las exposiciones aspiran a la objetividad
- 6.-La experiencia educativa se produce al ofrecer al visitante una representación del mundo clara y convincente
- 7.-La experiencia educativa durante la visita se reduce a la visión y el pensamiento
- 8.-La experiencia educativa se apoya en la autoridad de los expertos
- 9.-El museo es una ventana para conocer otras realidades
- 10.-La experiencia museográfica consiste en recorrer la exposición dentro del museo.

## 1.4 Definición del usuario

### 1.4.1 Densidad de Población

Se analizó la población del Distrito Federal, de la delegación Coyoacán y de la Universidad Nacional Autónoma de México, ya que el proyecto del Museo impactará a estas tres secciones.

Entidad	Sexo	Densidad de población
Distrito Federal	Hombre	4,233,783
	Mujer	4,617,297
	total	8,851,080

Tabla 1.4.1.1 Densidad de población por género en el D.F.

### 1.4.2 Nivel Socioeconómico

A continuación en la tabla 1.4.2.1 se presenta el nivel socioeconómico de Coyoacán y en la tabla 1.4.2.2, muestra que la población con un nivel socioeconómico alto, tiende a visitar mas los museos en comparación con los otros niveles.

Salarios mínimos	Porcentaje de la población
Sin ingresos	2.09 %
Menos de 1	7.04 %
De 1 a 2	26.77 %
De 2 a 5	34.52 %
De 5 a 10	17.46 %
10 o más	12.12 %



Tabla 1.4.2.1 Ingresos de la población de Coyoacán  
Gráfica de elaboración propia con datos de INEGI



M De acuerdo con el análisis estadístico de CONACULTA y el INEGI,  
 U las preferencias para visitar museos están muy vinculadas con el  
 S nivel educativo y la capacidad económica de la población.

Nivel económico	Porcentaje
Alto.	87 %
Medio	65 %
Bajo	29 %



. Tabla 1.4.2.2 Visitantes a museos según nivel socioeconómico.  
 Gráfica de elaboración propia con datos de INEGI

### 1.4.3 Nivel Sociocultural

A Es importante saber con que grado de escolaridad cuenta la  
 delegación para poder manejar el tipo de información que se  
 presentará en el Museo.

	Coyoacán	Distrito Federal
Población de 6 y más años	557,685	7,658,007
Población de 5 y más años con primaria	123,048	2,127,133
Población de 18 años y más con nivel profesional	144,010	1,307,642
Población de 18 años y más con posgrado	16,803	114,619

Tabla 1.4.3.1. Grado de escolaridad de Coyoacán y del Distrito Federal

A continuación se presenta la categorización de los académicos de la UNAM y el total de ellos, así como la población escolar por nivel (tabla 1.4.3.2 y 1.4.3.3, respectivamente).



Tabla 1.4.3.2. Categorización de académicos de la UNAM  
 Gráfica de elaboración propia con datos de INEGI

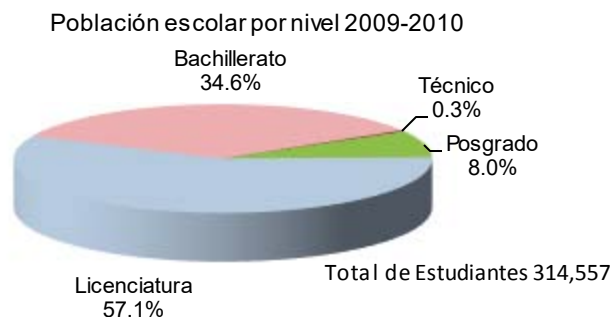


Tabla 1.4.3.3 Población escolar por nivel de la UNAM  
Gráfica de elaboración propia con datos de INEGI

De acuerdo a un análisis de visitantes del El Museo de las Ciencias Universum se recibieron 341 835 visitantes durante el año 2009, de los cuales el 71% fueron estudiantes de educación primaria y secundaria.

Como conclusión del análisis demográfico de la zona de estudio, se pueden conformar tres grupos de usuarios:

1. Estudiantes de educación primaria y secundaria
2. Jóvenes estudiantes y adultos de 15 a 40 años de edad, con nivel de instrucción media superior y superior, con un nivel socioeconómico medio alto y alto, cuya motivación principal sea el aprendizaje, la investigación y el interés científico.
3. Y adultos mayores

### 1.5 Demanda del proyecto

Para calcular la ocupación máxima del Museo del Agua, se utilizaron dos métodos; el primero es por comparación de museos análogos, y en el segundo, tomamos como base el dato

proporcionado por el Consejo Técnico de la Edificación, España, esta Organización nos dice que para galerías de arte, exposiciones y museos, la capacidad será de 2 metros cuadrados / persona y SEDESOL nos marca de 1.7 a 2 metros cuadrados por visitante, por lo tanto si el Museo del Agua cuenta con un área de exposición de 3970 metros cuadrados aprox. ( 4 salas permanentes y una sala temporal) la capacidad máxima será de 1985 asistentes / día.

Museo	M2 de exposición	Asistentes / día
SEDESOL	2,000	1,600
Universum	22,000	1,600 / 2,200 temporada alta
Museo Modelo de Ciencias e Industrias	7,000	300 / 1200 temporada alta
Papalote museo del niño	7,552	2,500
<b>Museo del Agua</b>	<b>4,000</b>	<b>1,600 / 1900 temporada alta</b>

Tabla 1.5.1 Tabla comparativa de m2 / asistentes

En las tablas 1.5.2 y 1.5.3, se muestran los asistentes de los museos más concurridos en el Distrito Federal, estos datos nos pueden dar un parámetro muy cercano a la demanda del Museo del Agua.





M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

1.5.1 CUS y COS

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) y Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS).

En la tabla 1.5.1.1. se presentan los COS y CUS de los museo análogos y del Museo del Agua.

Museo	Asistentes / año	Asistentes / día
Museo Nacional de Antropología	1,403,231	3,845
Museo Nacional de Historia	1,362,886	3,730
Museo del Templo Mayor	532,588	1,460
Museo Nacional de las Culturas	194,681	540

Tabla 1.5.2. Museos más concurridos del INAH

Museo	Asistentes / año	Asistentes / día
Museo del Palacio de Bellas Artes	599,258	1,640
Museo de Arte Contemporáneo Rufino Tamayo	45,056	125
Museo Nacional de San Carlos	29,317	80
Museo de Arte Moderno	56,494	155

Tabla 1.5.3 Museos más concurridos del INBA

Museo	M2 de terreno	M2 de construcción	COS m2	CUS m2
SEDESOL	8,273	4,170	30%	50%
Universum	54,400	25,000	50%	29,840
Museo Modelo de Ciencias e Industrias	9,000	15,000		27,200
Papalote Museo del niño	24,000	36,000	50%	36,000
Museo del Agua	55,000	32,910	50%	30,140

Tabla 1.5.1.1 COS y CUS

### 1.5.2 Pronóstico del costo del proyecto

El terreno cuenta con 55,000 metros cuadrados, de los cuales 32,910 son de construcción, según BIMSA el metro cuadrado de construcción para Museos y Centros Culturales de calidad alta es de \$ 9,380, por lo tanto nos da un monto total de \$308,695,800 aproximados para el proyecto Museo del Agua.

Género	Calidad	Enero \$/m2	Febrero \$/m2
Museos y Centros Culturales	Baja	4,227.00	4,312.00
	Media	6,130.00	6,232.00
	Alta	9,207.00	9,380.00

Nota: Los costos por metro cuadrado incluyen los siguientes parámetros:  
Indirectos y utilidad del contratista 24%  
Impuesto al valor agregado.

Tabla 1.5.2.1 Costo por metro cuadrado de construcción

### 1.6 Conclusiones

De acuerdo con la CONAGUA y SEMARNAT, existen 4 problemas principales sobre el agua en México:

La Escasez, Extracción, Contaminación, y El Abasto del Agua para el sector agrícola, por lo que nuestra tesis propone la creación de un conjunto de espacios no existentes en México, siendo este un "Museo del Agua"; que atienda los problemas socioculturales en relación a la cultura del agua en los mexicanos y extranjeros.

El Museo del Agua, contará con 4 salas que se encontrarán ligadas espacialmente por medio de un recorrido a cubierto teniendo como objetivo principal educar al visitante en lo siguiente:

La calidad del agua es directamente proporcional a la calidad de vida. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos.

Tomando como base la problemática mencionada anteriormente, los temas de las salas serán:

- 1.- "El Origen de la Vida en el Agua"
- 2.- "El Agua y el Sistema Planetario"
- 3.- "El Agua, la Industria y el Campo"
- 4.- "El Agua y la Sustentabilidad"

Sala de exposición 1 "El Origen de la Vida en el Agua", será el espacio para exhibir:

- La importancia del líquido en nuestras vidas y el recurso natural de cualquier especie.
- La necesidad de cuidarla y regenerarla,
- La cultura y el cuidado del agua.



**M** Esta será la primera sala con la que inicia el recorrido del visitante, promoviendo la experimentación e interacción del usuario, haciendo conciencia del hecho que el agua contenida en el

**U** planeta es solo la que existe, la que llueve en México es la misma con la que se lava el coche en Nueva York, que se bebe en Asia y se riega en Londres.

**S**

**E** Sala de Exposición 2 “**El Agua y el Sistema Planetario**”:

**O** Será la segunda sala del recorrido. A través de mamparas, galerías de fotos, y audiovisuales se mostrará que el agua es uno de los elementos más comunes en la Tierra, y no es coincidencia que también se le llame planeta azul: en estado líquido se halla en lagos, ríos y presas, depósitos subterráneos, ocupa los mares y océanos circundantes, en estado gaseoso se presenta como vapor de agua en la atmósfera; y en estado sólido cubre las regiones polares y las montañas más altas en forma de hielo o nieve.

**D**

**E** Se mostrarán los elementos básicos Carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Nitrógeno en el sistema planetario.

**L** Sala de exposición 3 “**El Agua, la Industria y el Campo**”:

**A** Es la tercer sala del recorrido que por medio de pantallas, mamparas, galerías de fotos, sala audiovisual, entre otros, se le mostrará al visitante que el problema del agua en la Industria tiene 3 vertientes.

- G**
- Los altos consumos
  - Las descargas contaminantes al drenaje o a través de canales permeables al suelo
  - Las descargas directas a cuerpos de agua.
- U**

**A**

Sala de exposición 4 “**El Agua y la Sustentabilidad**”:

Es la cuarta sala del recorrido. Esta sala demostrará un 90% el funcionamiento del edificio Museo del Agua, con el propósito de impulsar la educación para la sostenibilidad y, como parte de la misma, una Nueva Cultura del Agua: “Para asumir este reto se precisan cambios radicales en nuestra escala de valores, en nuestra concepción de la naturaleza, en nuestros principios éticos, y en nuestros estilos de vida; es decir, existe la necesidad de un cambio cultural, el cual debe asumir una visión holística y reconocer las múltiples dimensiones de valores éticos, medioambientales, sociales, económicos, políticos, y emocionales integrados en los ecosistemas acuáticos.

Cabe destacar que el Museo también contará con una sala de exposición temporal, la cual estará diseñada para ser adaptable a cualquier exposición, muestra o galería científica.

De acuerdo al análisis de la zona de estudio podemos mostrar un ante programa del conjunto arquitectónico “Museo del Agua” (tabla 1.6.1).

El Museo estará dirigido a tres grupos de usuarios principales:

- 1.-Estudiantes de educación primaria y secundaria
- 2.- Jóvenes y adultos de 15 a 40 años de edad, con nivel de instrucción media superior y superior, con un nivel socioeconómico medio alto y alto cuya motivación principal sea el aprendizaje, la investigación y el interés científico.
3. Adultos mayores

Teniendo 1600 visitantes / día mínimo  
1900 visitantes / día máximo

Tabla 1.6.1 Ante programa arquitectónico

Zona	Sub-zonas
Exposiciones	Salas de exposiciones permanentes 1,2,3,4, Sala de exposiciones temporales, Sala introductoria, Vestíbulo expositivo, Exposiciones al aire libre
Administrativa	Oficinas administrativas
Investigación	Laboratorios y cubículos de investigadores, Talleres Museográficos
Pública	Vestíbulo general, Acceso, Vestíbulo de acceso, Vestíbulo salas, Sanitarios
Exterior	Caseta de control, Accesos, Estacionamiento, Azotea verde
Servicios públicos y complementarios	Taquilla, Lockers, Tienda, Sanitarios, Auditorio, Ludoteca, Cafetería, Circulaciones verticales y horizontales
Servicios generales y mantenimientos	Bodegas, Cuarto de basura, Mantenimiento, Caseta de control, Vigilancia, CCTV, Área de carga y descarga, Patio de Maniobras, Montacargas

### 2.1 Origen y Evolución del Museo

El museo es una institución que existe en todas partes del mundo, pero que tiene características diferentes en los países de Europa, EEUU, y Canadá por un lado y en los museos de América Latina por el otro. Estos toman la actividad museística como algo diferente e integran al museo en los siguientes sistemas: educativos, recreacionales y económicos.

En sus orígenes el museo estaba confinado a preservar especímenes de interés para un núcleo restringido de artistas, escolares y aficionados. Posteriormente su ámbito se extendió a todos los campos y se les considera medios educativos. Aunque el museo moderno reúne colecciones, no las exhibe a todas. Una parte se guarda en reserva y constituye la documentación esencial del propio museo, posee además personal científico y técnico.

A continuación se describe el origen del Concepto de Museo y su Evolución:

Un museo era el templo de musas, un lugar sagrado que ellas frecuentaban; en su origen, las musas eran las diosas de la memoria.

Más tarde, en la época de la dinastía Ptolemaica, Ptolomeo Filadelfo mandó construir en Alejandría un edificio al que llamó Museo. Estaba dedicado al desarrollo de todas las ciencias y servía además para las tertulias de los literatos y sabios que vivían allí, bajo el patrocinio del Estado. En aquel museo se fue formando poco a poco una importante biblioteca, la Biblioteca de Alejandría. (Figura 2.1.1).

Este conjunto disponían de un comedor, sala de lectura, claustro, jardín botánico, parque zoológico y observatorio astronómico. También albergaba y se usaban para la enseñanza de objetos como instrumentos quirúrgicos y astronómicos, pieles de animales, colmillos de elefantes y bustos.



Figura 2.1.1 Interior de la Antigua Biblioteca de Alejandría  
Fuente de Imagen: Internet

En la **Edad Media**, la Iglesia es la única forma de museo público. Los Monasterios y las Catedrales fueron refugio de tesoros y colecciones de arte ordenadas metódicamente.

Hasta ésta época, el museo no es un fenómeno cultural consolidado, las culturas son de régimen cortesano y religioso con predominio de objetos preciosos en templos, tumbas,



**M** con sentido trascendental, los objetos artísticos no tienen valor de coleccionismo, aunque en algunos pueblos hay una incipiente producción de tipo industrial que los inhibe de ser valorados por los coleccionistas ilustrados.

**U** El coleccionismo se convierte en un auténtico mercado y su concepto definitivo entonces es: la colección artística como inversión del capital.

**S** El coleccionismo romano acuñó no solo la terminología de ciertas instituciones artísticas sino que alentó y consolidó las bases del mercado de arte contemporáneo pero también aportó el dar utilidad pública a las obras de arte.

**E** El coleccionismo tiene su edad de oro en la segunda mitad del siglo XVI, aparecen las primeras guías artísticas y catálogos de colecciones, cobran valor científico las series, aparecen los museos de ciencias naturales con criterio moderno, el objeto es más interesante por lo que enseña que por su belleza.

**D** Las primeras colecciones del arte las encontramos en los peristilos de los templos antiguos. Delfos, la ciudad de los oráculos, se vanagloriaba de poseer un tesoro de esta especie repartido en tantas salas como diversos pueblos había: el templo de Juno en Samos y la Acrópolis de Atenas estaban llenos de obras maestras del arte.

**E** Los sucesores de Alejandro Magno se esforzaron en reunir esculturas de todas clases.

**L** Con ellas hacían más ostentosas sus marchas de triunfo y además las empleaban en el embellecimiento de sus capitales: el arte, en estas ocasiones, daba vida y movimiento al cuadro.

Roma siguió este ejemplo. Entre los emperadores romanos, Nerón hizo venir de Delfos 500 estatuas para adornar su palacio imperial y aumentar el lujo y la pompa del mismo.

Todo esto, sin embargo, no formaba aún lo que llamamos hoy un museo. Los edificios públicos y los palacios estaban adornados con mucho gusto. El arte se mezclaba allí con la naturaleza viva.

En el **Renacimiento** nacen los museos propiamente dichos, y es a partir de esta época que comienza a aparecer la palabra museo con un sentido más moderno o con fines de estudio, especialmente en Italia. En 1549, el duque Cosme de Médici, construyó el primer edificio museológico llamado Galería de los Oficios, para albergar sus propias colecciones. (Figura 2.1.2)



Figura 2.1.2 Galería de los Oficios  
Fuente de Imagen: Internet

Esta Galería esta dividida en los siguientes espacios:

Vestíbulo de entrada, Corredor del este, Sala 1 Arqueología, Sala 2 Duecento y Giotto, Sala 3 Trecento Sienés, Sala 4 Trecento Florentino, Sala 5-6 Gótico Internacional, Sala 7 Primer Renacimiento, Sala 8 De los Lippi, Sala 9 De los Pollaiolo, Sala 10-14 Botticelli, Sala 15 Leonardo da Vinci, Salas de la primera planta, Colección Contini Bonacossi, Sala de las postas reales, Galería de obras maestras.

Durante el manierismo, finales del Siglo XVI, las llamadas cámaras de las maravillas o gabinetes de curiosidades pertenecientes a personajes ilustres, induían no sólo piezas de arte, sino objetos o especímenes naturales dignos de admiración o análisis.

El siglo de las luces, Siglo XVIII, dotó a los museos de su carácter ilustrativo, tanto en arte como en ciencia, Museo Nacional del Prado (Figura 2.1.3).

Actualmente cuenta con diversos espacios como son Vestíbulo de los Jerónimos, Sala de las Musas, Rotonda de Goya, Consigna, Gabinete Médico, Café Prado, Terraza, Tienda y Librería, Sala de Lactancia, Auditorio con capacidad de 414 personas, Sala de Conferencias para 40 personas y una Biblioteca.

Sin embargo no será hasta la revolución francesa, 1789, cuando estas colecciones, hasta la fecha propiedad de la nobleza, la realeza o la iglesia, comienzan a ser visitables por el común del pueblo.

El **Museo moderno** es esencialmente dinámico y está al servicio de la educación popular, no se concibe una organización técnica para un exclusivo núcleo de concurrentes.



Figura 2.1.3 Museo Nacional del Prado  
Fuente de Imagen: Internet

El Museo depósito ya no existe, sino que es dinámico, por eso más que acumular materiales o fondos documentales, pone ese acervo al servicio del público.

*Los primeros museos modernos:*

En 1750, el gobierno francés comenzó a admitir público, sobre todo artistas y estudiantes, dos veces por semana, para que contemplaran unos 100 cuadros colgados en el Palacio de Luxemburgo de París, cuya colección se trasladó después al Museo del Louvre (Figura 2.1.4).

Este Museo cuenta con 160.000 metros cuadrados, de los cuales algo más de 58.000 fueron consagrados a exposiciones

Este centro, que tuvo sus comienzos en las colecciones del rey Francisco I en el siglo XVI, se convirtió durante la Revolución Francesa en el primer gran museo público; abrió sus puertas en 1793.



**M** El Museo Británico de Londres fue fundado como institución pública en 1753, pero los visitantes tenían que solicitar la entrada por escrito. Aún en 1800 era posible tener que esperar dos semanas para conseguir una entrada, y los visitantes, en pequeños grupos, sólo podían permanecer dos horas.

**S** Entre otros museos fundados en el Siglo de las Luces, están el Museo Nacional de Nápoles (1738), el Museo Sacro (1756) y el Museo Pío Clementino (1770-1774), partes de los Museos Vaticanos y el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (1771). Las colecciones reales fueron abiertas al público en Viena (1700), Dresde, (1746) y en el Museo del Ermitage en San Petersburgo (1765).

**D** El Siglo XIX se favoreció la sistematización y organización de los museos como instituciones, sus contenidos fortalecían la incipiente formación de los nacionalismos europeos.



Figura 2.1.4 Museo de Louvre  
Fuente de Imagen: Internet

En esta época, el Museo en general, era un templo del saber solo para iniciados o eruditos, hasta que John Ruskin, (1819-1900) célebre crítico de arte, artista y reformador inglés, difundió las ideas revolucionarias tales como: personal especializado; puertas abiertas para el acceso a las colecciones; protección adecuada e institución dinámica, al servicio de todo tipo de público.

En el Siglo XX, **Época Contemporánea**, los museos comienzan a adquirir el aspecto y las funciones actuales, sobre todo tras la Segunda Guerra Mundial, iniciando un camino hacia la conservación y difusión cultural, al servicio de la sociedad.

Será el ICOM, la asociación no gubernamental creada en sustitución de la Oficina Internacional de Museos de 1926, quien otorgue finalmente al término “*Museo*” la definición que en la actualidad se aplica.

De esta manera, ya en 1947 quedó especificado que un museo es “*la institución permanente que conserva y expone colecciones de objetos, de carácter cultural o científico, para fines de estudio, educación y delectación*” (ICOM), definición de donde se desprenden las cinco funciones básicas que conforman la razón de ser de dichos centros: conservar, exhibir, adquirir, investigar y educar.

En 1948 aparece la publicación periódica *Museum* mediante la cual se difunden hasta hoy en día las actividades de los museos en el mundo.

Uno de los museos más grandes de nuestros tiempos, según el arquitecto estadounidense Philip Johnson, el Museo de Guggenheim Bilbao (Figura 2.1.5), ha recibido una media superior al millón de visitantes anuales.

La característica más llamativa del museo es el innovador edificio en el que se emplaza.



Cuenta con una superficie total de 24.000 metros cuadrados, de los cuales 11.000 metros cuadrados están reservados para las exposiciones, distribuidos en 19 galerías.



Figura 2.1.5 Museo Guggenheim Bilbao, Frank O. Gehry  
Fuente de Imagen: Internet

## 2.2 Análisis de espacios análogos

### 2.2.1 Museo de las Ciencias Universum

*Tipo de museo (Clásico)*

Museo de las Ciencias de la UNAM, ubicado en la Zona Cultural de Ciudad Universitaria. Forma parte de un gran proyecto cultural que se ubica en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), entidad dependiente de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM.

El Universum tiene como misión contribuir a la formación de una cultura científica y tecnológica así como, fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en la sociedad

Su objetivo principal es divulgar la ciencia, con la sustentabilidad como eje rector, mediante un discurso museográfico diverso en el que se procure la participación constante de los visitantes a través de exposiciones, actividades, talleres, conferencias, cursos, cine y teatro.

#### *El Edificio*

Del antiguo edificio de CONACYT, Universum fue proyectado por Héctor Meza Pastor y Jorge Flores Villasana.

Posee una planta irregular y esta formado por tres cuerpos con tres niveles que se articulan alrededor de un patio techado por una bóveda de estructura metálica y cubierta de policarbonato.

Para dar solución a los sistemas de iluminación en las diferentes salas, fue necesaria la reestructuración de los edificios, en cuyas fachadas se instalaron muros de rigidización, hechos de prefabricados de concreto entre ejes determinados, las cuales cancelan los vanos originales de los edificios y con ello el paso de la luz natural.



Figura 2.2.1.1 Universum  
Fuente de Imagen: Website Universum



**M** *Distribución*  
 Tiene una extensión total de casi 2,8 hectáreas.

- 25,000 metros cuadrados construidos de los cuales
- 12,000 metros cuadrados son destinados a exposiciones permanentes.

**S** Zona interior

**E** ▪ 12 salas permanentes y un espacio infantil  
 Alrededor de 800 equipamientos exhibidos en 3 edificios.

**O** Este espacio interior esta distribuido de la siguiente manera:

Planta baja (Figura 2.2.1.2) billar-dispas y toques, estructura de la materia, sala de proyecciones, tienda, la luna en tus manos, cafetería, guardarropa, exposiciones temporales, auditorio, biblioteca y sanitarios.

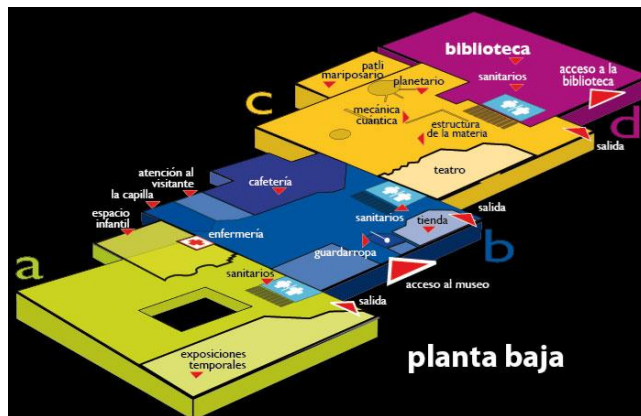


Figura 2.2.1.2 Planta baja  
 Fuente de Imagen: Website Universum

Primer nivel (Figura 2.2.1.3): donde habita la vida, cosechando el sol, biodiversidad, energía, química, matemáticas y sanitarios.

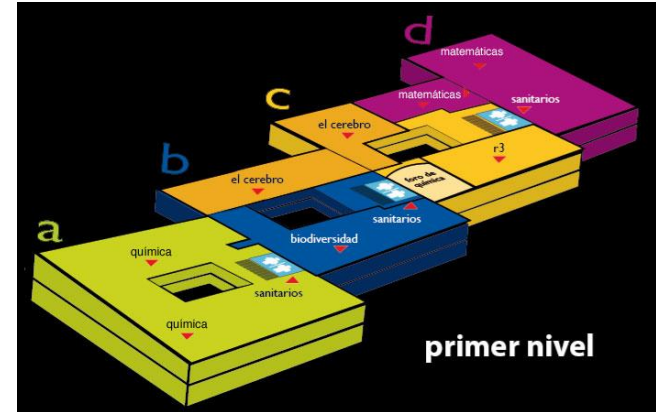


Figura 2.2.1.3 Primer nivel  
 Fuente de Imagen: Website Universum

Segundo nivel (Figura 2.2.1.4): el universo, infraestructura de una nación, una balsa en el tiempo, conciencia de nuestra ciudad, enciclopedia de la reproducción, aventura interior y sanitarios.

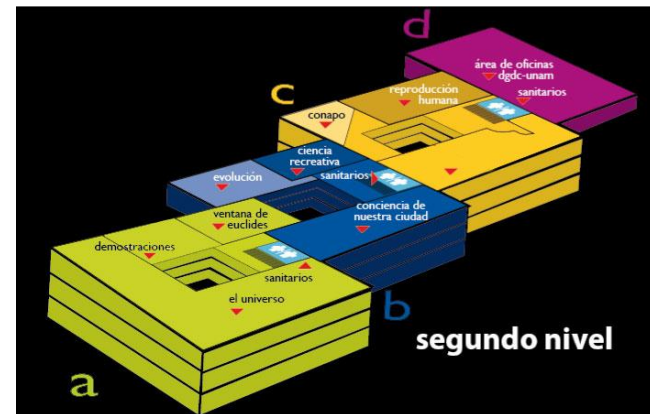


Figura 2.2.1.4 Segundo nivel  
 Fuente de Imagen: Website Universum

### Zona exterior (Figura 2.2.1.5)

- Senda ecológica
- Senda arqueológica
- Jardín de mariposas
- Parcela de cultivo



Figura 2.2.1.5 Vestíbulo exterior  
Fuente de Imagen: Website Universum

## 2.2.2 Museo Modelo de Ciencias e Industrias (MUMCI)

### *Tipo de Museo (Posmoderno)*

El Museo Modelo de Ciencias e Industria, tiene como sede el edificio de la antigua Compañía Cervecerera Toluca y México, frente al Jardín Zaragoza, en el centro histórico de Toluca (Figura 2.2.2.1).

Es el resultado de la visión humanista que ha caracterizado a Grupo Modelo, con el propósito de ofrecer un espacio educativo en el que se puedan adquirir conocimientos a través de diversas opciones que se adapten a su estilo de aprendizaje, principalmente multimedios interactivos que promuevan el conocimiento general, despierten interés y creen conciencia respecto al mundo en que vivimos, el impacto que tiene la industria sobre éste y acciones en búsqueda de su mejora.



Figura 2.2.2.1 Museo Modelo de Ciencias e Industria  
Fuente de Imagen: Website MUMCI

Su principal objetivo es fomentar en los jóvenes el interés por temas de la industria y ciencias relacionadas con ésta; así fue constituido legalmente el Museo Modelo de Ciencias e Industria a solicitud del ingeniero Carlos Fernández, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Grupo Modelo.

### *Edificio*

El inmueble data de finales del siglo XIX, cuando fue creada la que llegaría a ser una de las compañías cerveceras más importantes del Porfiriato, Cervecería Victoria.

El proceso de restauración del edificio inició como parte del proyecto arquitectónico y adecuación del espacio para sede de un museo de ciencias e industria presentado por el arquitecto José de Arimatea Moyao.



**M** El edificio de las oficinas así como un corredor donde hoy se encuentran los talleres educativos fueron conservados. Para la distinción de los espacios originales y las construcciones posteriores, se realizó una investigación histórica avalada por el INAH.



Figura 2.2.2.2 Exposiciones permanentes (ala derecha)  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

#### *Distribución*

**A** El MUMCI es un espacio educativo que cuenta con 21 salas divididas en ala izquierda y ala derecha, y distribuidas sobre 3 niveles. (Figuras 2.2.2.7, 2.2.2.8, 2.2.2.9) y un nivel de azotea para eventos.

**U** El museo está preparado con todos los servicios necesarios para vivir una experiencia completa, ofrece exposiciones permanentes, exhibiciones temporales que complementan los contenidos del MUMCI, talleres y conferencias; así como un teatro, pantalla IMAX, biblioteca, ludoteca, restaurante, tienda de regalos y dos estacionamientos con capacidad para 574 autos y 4 autobuses.

Durante cuatro años, más de 100 expertos de diversas ramas industriales aportaron sus conocimientos prácticos y teóricos para crear los guiones curatoriales de cada una de las salas; conforme éstos eran conducidos, iniciaba la producción museográfica correspondiente.

Todos estos temas fueron organizados bajo un concepto innovador utilizando multimedia.



Figura 2.2.2.3 Multimedios en salas de exposición  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

El Museo Modelo de Ciencias e Industria desarrolla, a través de las catorce salas que integran el ala derecha del museo, algunas de los procesos que tienen lugar en la industria, desde la adquisición de materias primas, hasta la elaboración de productos terminados como: cerveza, vidrio, botes, cajas o plastitapas.



Figura 2.2.2.4 Sala de Elaboración de la cerveza  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca



Figura 2.2.2.5 Exposiciones permanentes (ala izquierda)  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

*Salas del ala derecha del MUMCI:*

Desde la elaboración de la Cerveza hasta su comercialización:  
Sala Parques Industriales, Sala de Arena a Envase, Sala Proceso Cervecerero, Sala El Agua y la Industria, Sala Cebada, Sala Los Ingredientes de la Cerveza, Sala El Papel de los Empaques, Sala Aluminio: un Aliado en la Conservación, Sala Acero y Plástico: componentes de la tapa, Sala La Evolución de las Comunicaciones, Sala Tecnologías de la Información, Sala Desarrollo Sostenible, Sala Aseguramiento de Calidad, Sala Calidad, Productividad y Competitividad.

Además, a lo largo de siete salas que forman el ala izquierda del museo, es posible descubrir el aspecto social de la industria a través del conocimiento de su historia, distribución y grupos de interés: comunidad, accionistas, personal, clientes y consumidores.

*Salas del ala izquierda del MUMCI:*

La Industria Cervecerera a través del conocimiento de su historia, distribución y grupos de interés:  
Sala Grupo Modelo: Orgullo, Pasión y Compromiso, Sala Bebida Milenaria, Sala La Victoria de Toluca, Sala Grupos de Interés, Sala Adicciones y Trastornos Alimenticios, Sala Consumo Responsable, Sala de Exposiciones Temporales.

*Sala de Exposiciones Temporales:*

El MUMCI cuenta con un área de más de 500 metros cuadrados destinados a la realización de exposiciones temporales relacionadas con alguna temática de las exhibiciones permanentes (Figura 2.2.2.6).



Figura 2.2.2.6 Sala de Exposiciones Temporales  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

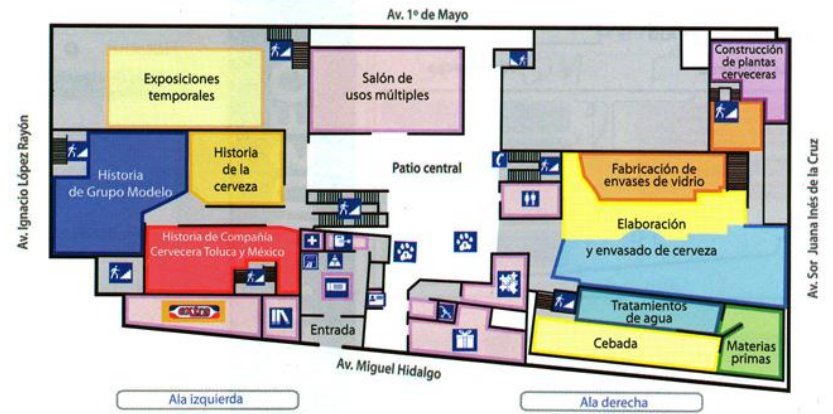


Figura 2.2.2.7 Planta Baja  
Fuente de Imagen: Website MUMCI

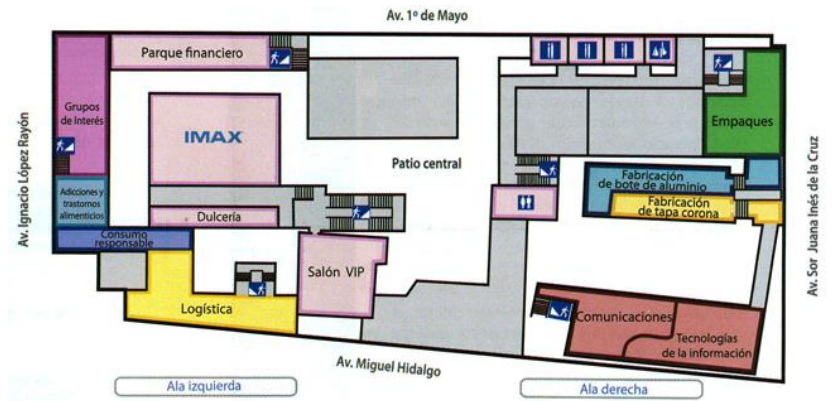


Figura 2.2.2.8 Primer Nivel  
Fuente de Imagen: Website MUMCI

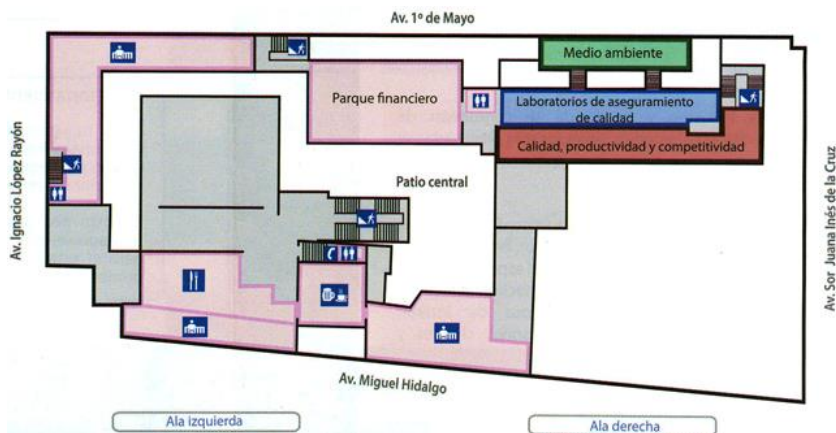


Figura 2.2.2.9 Segundo Nivel  
Fuente de Imagen: Website MUMCI



Figura 2.2.2.10 Simbología de los espacios del MUMCI  
Fuente de Imagen: Website MUMCI

### Modelo Teatro IMAX

El MUMCI cuenta con la pantalla IMAX más grande de Toluca y Metepec. Capacidad para 300 espectadores.

### Restaurantes y Tiendas:

Restaurante Ámbar, Restaurante Beer and Coffee Natura, Tienda de regalos y Tienda EXTRA.

### Sustentabilidad

Actualmente hay un proyecto en puerta llamado “MUMCI Verde”, que tiene como propósito concientizar a la población de usuarios que visita el museo.

Entre los temas que desarrollará el MUMCI se encuentran:

- Reciclaje
- Techos Verdes
- Utilización de celdas solares para producción de energía eléctrica y consumo dentro del Museo.

También se han aplicado algunas innovaciones sustentables como Mingitorios “Water free” y Recuoeración de agua pluvial en techos.

Dentro de este tema de sustentabilidad el MUMCI maneja una sala llamada “Desarrollo Sostenible”, en la cual trata problemas como Consumo de Agua en México, Contaminación en el Valle de México, Productos sustentables, Impactos Ambientales por los Rellenos Sanitarios, Clasificación de la Basura, entre otros (Figura 2.2.2.11).



Figura 2.2.2.11 Sala de Desarrollo Sostenible  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

*Composición y Elementos Arquitectónicos*

Las dos alas están divididas por un patio central (Figura 2.2.2.12) el cual está techado con una cubierta de losacero y armaduras de acero; ésta cubierta está sostenida por una columna vertical y una inclinada.

En este patio se realizan actividades manuales, talleres etc.



Figura 2.2.2.12 Patio central  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca



Dentro de este patio, se localiza uno de los cubos de circulación vertical, compuesto por 1 elevador y una escalera de emergencia.



Figura 2.2.2.13 Circulación vertical  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

En las figuras anteriores se puede observar la fachada original del edificio de la cervecería Modelo y la adecuación al mismo.

Dentro del ala derecha se puede apreciar parte de la estructura original del edificio, armaduras y cubierta de madera y cristal, mientras que en la restauración del edificio se observa estructura de acero, como perfiles y losacero.



Figura 2.2.2.14 Estructura original  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca



Figura 2.2.2.15 Estructura nueva  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

**M** Las áreas de exposición son plantas libres, en las cuales utilizan mamparas, multimedios, etc. para presentar la temática de cada sala.

**U** El piso de las salas son placas de acero remachadas, utilizadas ya que no requieren de mucho mantenimiento y soportan el tránsito peatonal y vehicular (para transportar material).

**S**

**E**

**O**

**D**

**E**

**L**



Figura 2.2.2.16 Plantas libres con piso de acero  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

**A** Cada ala cuenta con dos cubos de circulaciones verticales, elevadores para discapacitados y escaleras (Figura 2.2.3.17), así como 1 montacargas para transporte de material museográfico.

**G**

**U**

El acceso al ala izquierda es más llamativo ya que su fachada es de cristal a triple altura, enmarcando el acceso con una escalinata. (Figura 2.2.2.18).

**A**

En esta misma ala, la estructura es igualmente de acero pero compuesta de amaduras, losacero y columnas circulares inclinadas (Figura 2.2.2.19).



Figura 2.2.2.17 Cubo de elevadores  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca



Figura 2.2.2.18 Fachada de cristal  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

### 2.2.3 Papalote Museo del niño



Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño

Figura 2.2.2.19 Estructura de acero ala izquierda  
Imagen propia, interior de MUMCI, Toluca

Se localiza en la segunda sección del Bosque de Chapultepec, en el peculiar edificio de azulejos azules; este edificio se ubica en el terreno donde se encontraba la Fábrica Nacional de Vidrio. (Figura 2.2.3.1).

El museo está enfocado al aprendizaje, la comunicación y convivencia de los niños a través de exposiciones interactivas de ciencia, tecnología y arte. Es un museo interactivo cuya tarea es propiciar el aprendizaje significativo a través de experiencias que acercan al niño a comprender el mundo que le rodea por medio de herramientas que le permiten experimentar, participar, conocer, explicar, sentir y cuestionar su entorno. Ofrece a sus visitantes conocimientos relacionados con los avances tecnológicos y científicos de la actualidad.



Figura 2.2.3.1 Papalote museo del niño



**M** *Edificio*

El nombre Papalote proviene del náhuatl papalotl que significa mariposa.

**U** El museo fue diseñado por los arquitectos Ricardo Legorreta, Victor Legorreta y Noé Castro. Consta de tres edificios que representan los cuerpos geométricos básicos: esfera, pirámide y cubo (Figura 2.2.3.2).

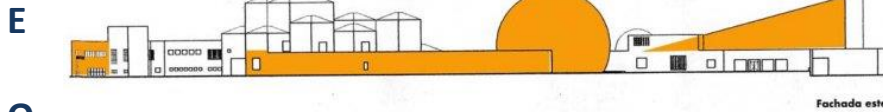


Figura 2.2.3.2 Figuras geométricas componentes del museo  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño

**D** La creación de Papalote fue en cierta forma una respuesta a la tendencia mundial en el campo de los museos infantiles, surgida en la década de 1970, que proponía la creación de espacios dinámicos e interactivos para los niños, que albergaran exhibiciones capaces de despertar su interés y curiosidad natural por experimentar e imaginar y aprender utilizando el juego como herramienta.

**A** *Distribución*

**G** Tiene una extensión de 24,000 metros cuadrados de terreno dentro de los cuales 7,552 corresponden a áreas de exhibición, 2,548 son espacios comunes y 6,488 a jardines; además, cuenta con 326 exhibiciones, ocho proyectores en el Domodigital y un proyector en tercera dimensión en la Megapantalla IMAX.

**U** El museo se divide en 5 grandes áreas temáticas: Soy, Pertenezco, Comprendo, Expreso y Comunico. Cada una cuenta con un espacio para los más pequeños (0 a 5 años de edad) donde se estimulan sus habilidades de acuerdo a la temática de cada área (Figuras 2.2.3.3 y 2.2.3.4).

Cuenta con una mega pantalla (IMAX) que mide 17 metros de alto por 25 metros de ancho, con capacidad para 333 personas, presentando 10 funciones diarias.



Figura 2.2.3.3 Espacio para niños de 0 a 5 años de edad  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño



Figura 2.2.3.4 Salas de exhibición permanentes  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño

La Sala de exhibiciones temporales también forma parte de la oferta educativa del Museo.

Las visitas guiadas, valet parking, áreas didácticas, cafetería, cursos especializados, equipo contra incendio, espectáculos, estacionamiento, librería, sanitarios públicos, seguridad y vigilancia, servicios para discapacitados y souvenirs son otros espacios complementarios del museo (Figura 2.2.3.5).

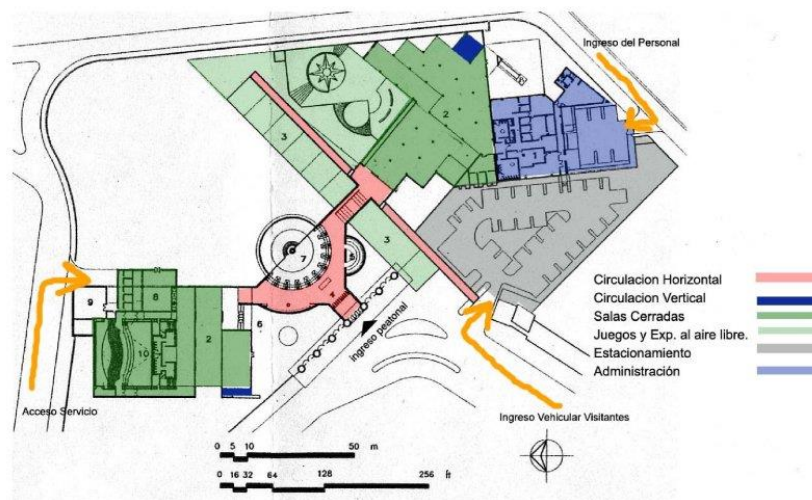


Figura 2.2.3.5 Planta arquitectónica del museo  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño

### Sustentabilidad

El museo maneja un plan verde que trata los siguientes temas:

- Eficiencia energética con la asesoría y apoyo del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE, institución con la cual se evalúan y determinan las cargas óptimas de energía del Museo (aire acondicionado e iluminación).

- Separación de residuos sólidos como PET, fibras de papel y cartón que son canalizados a instituciones de reciclaje de materias primas.
- Sustitución de focos convencionales por focos ahorradores de energía.
- En alianza con Grupo Bimbo, participa en el programa de Energía Eólica. Con esta unión Papalote ahorrará el 7 por ciento de su gasto destinado a energía eléctrica.
- Mantenimiento autosuficiente y natural de los jardines y áreas verdes de Papalote con el uso de composta, evitando así el empleo de fertilizantes químicos.
- Finalmente el proyecto de Azoteas Verdes, que consta de 2 mil metros cuadrados de superficie verde. La primera fase inicia en el techo de la megapantalla IMAX y continuará con los techos del Museo, las oficinas y las taquillas.

Cuenta con más de 50 especies de plantas que se encuentran distribuidas en 4,778 metros cuadrados de áreas verdes (Figura 2.2.3.6).



Figura 2.2.3.6 Espacios exteriores  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño



**M** *Azotea Verde*

En una superficie de 265.5 metros cuadrados, la azotea verde de la megapantalla IMAX se compone de 1,593 hidromaceteros con diferentes especies de plantas, entre las que destacan la Siempreviva y el Sedum Rojo o Alegría de Pascua, que permitirán captar 28 mil 674 litros de agua pluvial al año. También, se instalarán tres especies de plantas que favorecen el acercamiento de mariposas con el objetivo de crear un Mariposario. Es importante mencionar que los hidromaceteros están compuestos de material 100% reciclado y fueron fabricados en México.

**U**  
**S**  
**E**  
**O** Además de fomentar en los visitantes una cultura de respeto y cuidado del medio ambiente, las azoteas de Papalote contribuirán a la generación de oxígeno y a la fijación de bióxido de carbono, captación y recidaje de agua de lluvia y el reverdecimiento de superficies de concreto que disminuyen el ruido, entre otras acciones sustentables (Figura 2.2.3.7).



**D**  
**E**  
**L**  
**A**  
**G**  
**U**  
**A**  
Figura 2.2.3.7 Azoteas verdes  
Fuente de Imagen: Website Papalote Museo del Niño

Tabla 2.2.1 Comparación de Museos Análogos

	<b>SEDESOL Museo de arte (más de 600,001 hab.)</b>	<b>Universum</b>	<b>MUMCI</b>	<b>Papalote Museo del niño</b>	<b>Museo del Agua (propuesta)</b>
Superficie del terreno (m2)	8,273	54,400	9,000	24,000	55,000
Superficie construida (m2)	4,170	25,000	15,000	36,000	32,910
M2 exposición	2 m2 de área de exposición por visitante	22,000	7,000	7,552	4,000
Altura/Niveles	10 m / 2 niveles	21 m / 4 niveles	21 m / 4 niveles	20 m / 3 niveles	10 m / 2 niveles
Capacidad de estacionamiento	85 autos	162 autos 68 autobuses	Dos, divididos en 350 y 200 autos	90 autos	470 autos, 10 autobuses, 36 discapacitados
Tipo de visitante	6 años y más	Grupos Escolares, Familias.	Grupos Escolares, Familias.	Niños de 0 – 12 años, familias	Grupos Escolares, jóvenes y adultos de 15 a 40 años y adultos mayores



Tabla 2.2.2 Comparación de espacios principales de Museos Análogos

	Espacios/ Museo	Universum	MUMCI	Papalote	Museo de Agua (propuesta)
M	Vestíbulo o explanada de acceso	x	x	x	X
	Patio central distributivo	x	x	x	x
U	Salas de exposiciones permanentes	12 salas	21 salas	5 salas	4 salas
	Sala de exposición temporal	x	x	x	x
S	Exposiciones exteriores	x		x	x
	Sala de proyecciones	x			
E	Sala introductoria				x
	Auditorio	x		x	x
O	Teatro		x		
	Pantalla IMAX		x	x	
D	Talleres	x	x	x	x
	Laboratorio		x	x	
E	Ludoteca	x	x	x	x
	Talleres museográficos	x	x	x	x
L	Restaurante	x	x	x	
	Cafetería	x	x	x	x
A	Biblioteca	x	x	x	
	Tienda / Librería	x	x	x	x
G	Terraza / eventos	x	x	x	x
	Mantenimiento	x	x	x	x
U	Estacionamiento	162 autos 68 autobuses	574 autos 4 autobuses	90 autos	470 autos 10 autobuses 36 discapacitados



## 2.3 Innovaciones y Aportaciones

### 2.3.1 Solución Constructiva y Estructural

Para el Museo del Agua, se utilizará losacero, columnas de acero y vigas de acero (Figura 2.3.1.1).

#### Ventajas

- \* El galvanizado de la lámina le garantiza una larga vida útil en cualquier condición ambiental
- \* En la mayoría de los proyectos se elimina el uso de puntales, reduciendo costos de instalación
- \* Se obtienen placas más livianas ( 8 a 10 centímetros de espesor)
- \* Se instala de forma rápida y limpia.

El concreto es de resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ) de 275 Kg/ cm<sup>2</sup>, el espesor de concreto sobre la cresta del panel es de 6 centímetros, lámina acanalada con indentación, losacero acanalado de 36'' (91.44) de ancho efectivo y 1 ½ '' (3.81 centímetros) de peralte que por su diseño, ofrece una apariencia más estética sobre todo en su aplicación aparente, Este acanalado permite el uso de conectores para el efecto de viga compuesta así como para el incremento de capacidad de carga del sistema de losa. Es estibable (anidable), traslapable y por consiguiente se optimiza el espacio en el transporte y en el sitio de construcción.

Los claros contemplados son de 15 a 20 metros entre cada centro de apoyo (columna). La losacero será sujeta mediante tornillos auto-perforantes o conectores, la losacero se conecta a la viga de acero por medio de conectores soldados al patin superior de la viga.

La losa llevará las cargas a las vigas y el propio a las columnas. Las columnas serán de acero. Los muros en las fachadas son de concreto, de esa forma cumple la misión de transmitir los esfuerzos de tracción y cortante a los que está sometida la estructura.

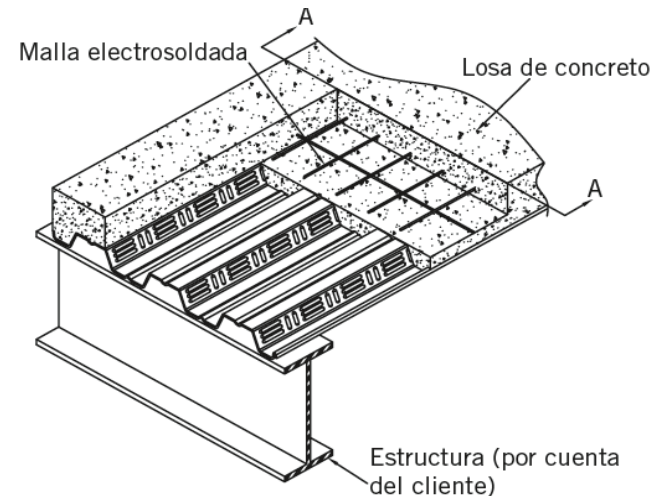


Figura 2.3.1.1 Losacero Ternium  
Fuente de Imagen: Website Ternium

La Losacero que se propone es "TERNIUM LOSACERO cal. 18"

La Ternium Losacero tiene tres funciones principales de acuerdo al *Steel Deck Institute (SDI)*: La primera es actuar como plataforma de trabajo durante la construcción, es decir, sirve como cimbra para el colado, la segunda es proveer el refuerzo positivo por flexión a la losa de concreto y la tercera es proveer resistencia para cargas horizontales.

**M** *Elementos que la conforman:*

- U**
- Viga de acero
- S**
- Columnas de acero
  - Conectores de cortante
  - Losacero cal 18
  - Refuerzo por temperatura (malla electro soldada 66 1010).

**E** Para las Salas de exposición, Vestíbulos, recorrido hacia las salas, la estructura que libraré los claros de las salas serán marcos rígidos de acero, los cuales se conformarán por vigas de perfil rectangular IPR y descansarán en columnas circulares de acero.

**O**

### 2.3.2 Montacargas de carga pequeña

**D**

**E** El Museo del Agua cuenta con un área de mantenimiento para el equipo del mismo, este se encuentra en el sótano, y debido a que las salas están ubicadas un nivel mas alto, se propone utilizar un montacargas de carga pequeña (REYSA) para transportar verticalmente este equipo y maquinaria.

**L**

**A** *Características generales:*

CARGA: 150-500 KG  
PARADAS Y RECORRIDO MAX: 2 Y 3 metros vertical

**G**

*Características técnicas:*

- U**
- Elevación hidráulica a través de pistones que se deslizan por una columna guía.
  - Puede alcanzar hasta 12 metros de recorrido y cinco paradas . Las plataformas permiten recorridos superiores con un numero mayor de paradas.
- A**

- El deslizamiento de las plataformas se realiza mediante rodillos de acero cónicos ajustables
- Velocidad del montacargas de 0,10 metros / s - 0,20 metros / s.
- Alimentación eléctrica en todos los modelos:  
230V  $\pm$ 5% trifásico 50 / 60 Hz.
- Los dispositivos de mando (botoneras) se instalan en cada acceso y van dotados de pulsadores para llamada y reenvío a todas las plantas.
- Hueco a realizar por cliente y esta obligado por normativa



Figura 2.3.2.1 Montacargas de carga pequeña REYSA  
Fuente de Imagen: Website REYSA

### 2.3.3 Azoteas Verdes

Se plantea utilizar el sistema de Roof Garden en las azoteas del Museo, formando así un recorrido por arriba de los edificios, por lo tanto el edificio mismo servirá para promover y demostrar la sustentabilidad (Figura 2.3.3.1).

#### *Beneficios de Azotea Verde*

- Aprovechar el agua pluvial, ahorrar energía en aire acondicionado (aprox. 40%), aislar tanto acústica como térmicamente.
- Disminuir los costos de mantenimiento del edificio ya que no se requiere volver a impermeabilizar en un promedio de 40 años.
- Prolonga la vida útil de la cubierta, aumentando la durabilidad de las membranas impermeabilizantes, al quedar protegidas de los rayos U.V. y de temperaturas extremas.
- Reducir del efecto “isla de calor” el 80% del agua es retenida en el sistema.
- Crear micro climas y hábitats para fauna pequeña.



Figura 2.3.3.1 Azotea Verde  
Fuente de Imagen: Internet

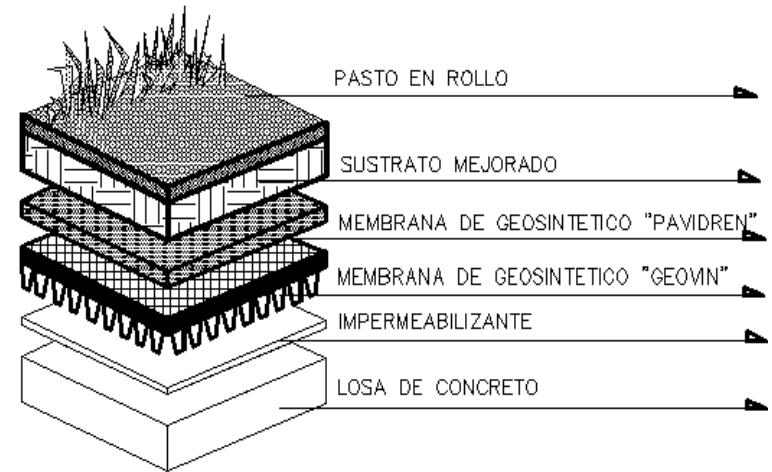


Figura 2.3.2.2 Componentes de Azotea Verde  
Imagen de elaboración propia

### 2.3.4 Membrana Líquida impermeabilizante

Membrana Líquida Impermeabilizante color blanco:

Utilizaremos SikaFill Elástico para impermeabilizar los techos del Museo que no estén cubiertos por las azoteas verdes.

Este material esta conformado por una membrana 100% impermeable y de elevada elasticidad, para impermeabilizar superficies de construcción en general.

Su formulación basada en polímeros elastoméricos de primera calidad, permiten asegurar una elevada resistencia a los agentes atmosféricos y consecuentemente una destacable durabilidad.

Su color blanco le brinda un gran poder reflejante que colabora muy eficientemente con la aislación térmica de la construcción.



M Además, su fórmula contiene agentes antihongos y antialgas lo que mejora notablemente el comportamiento frente a la formación de verdín y musgo.

U

### Ventajas

- S
- 100% impermeable.
  - Elevada elasticidad, (400%) gracias a su formulación elastomérica.
- E
- Contiene antihongos y antialgas.
  - Reflejante de la radiación solar.
- O
- Gran durabilidad.
  - Muy fácil de aplicar

D

E

L

A

G

U

A

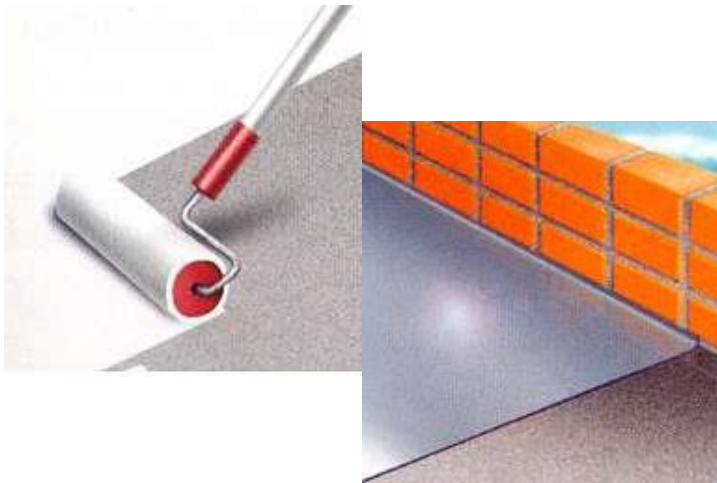


Figura 2.3.4.1 Membrana Líquida impermeabilizante  
Fuente de Imagen: Internet

### 2.3.5 Reutilización y Reciclaje del Agua

Para el reciclaje y reutilización del agua, principalmente aguas negras y grises, se utilizará una planta de tratamiento de aguas residuales (WEA).

Las Plantas de tratamiento WEA COMPACTAS integran en una sola unidad constructiva compacta todas las etapas necesarias para la remoción de los contaminantes; su especial diseño patentado favorece una nula producción de lodos de desechos, así como una reducción del área requerida y tiempo de residencia necesario para el proceso biológico de tratamiento entre muchas otras ventajas y características que hacen de esta Planta de Tratamiento una excelente alternativa de tratamiento de aguas residuales para museos (Figura 2.3.5.1).

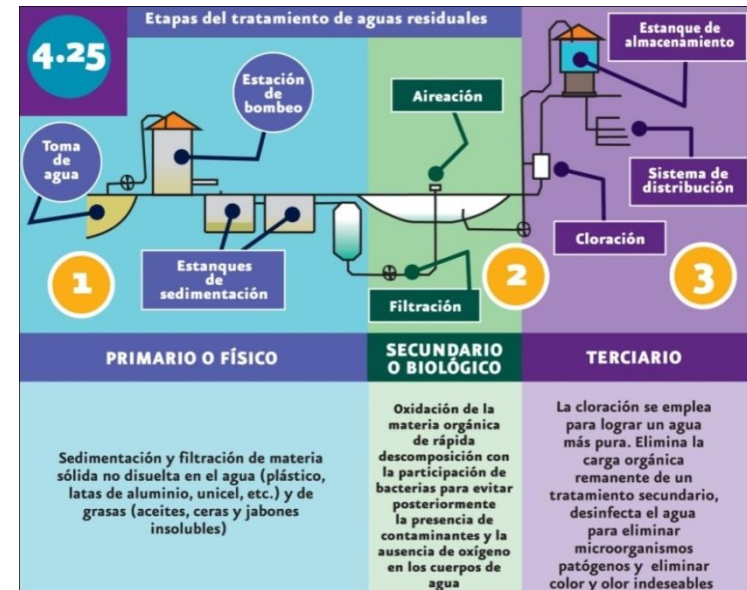


Figura 2.3.5.1 Tratamiento de aguas residuales  
Fuente de Imagen: Website CONAGUA

### 2.3.6 Aprovechamiento de Agua Pluvial

En los techos de la edificación se considerarán pendientes que permitan evacuar las aguas de lluvia que pudieran presentarse.

En el diseño se considerarán registros de tal manera que permitan que el sistema pueda tener el mantenimiento preventivo y correctivo necesario, así como desalojar rápidamente cualquier aniego que pudiera producirse.

La azotea del edificio tendrá relleno para dar pendiente superficial que permite el escurrimiento del agua de lluvia hacia las bajadas dispuestas para este fin.

El agua recolectada será dirigida hacia una cisterna de almacenamiento para la misma, pasando por un arenero que la filtre para luego reutilizarla en el riego de las azoteas verdes, ya que estas requieren de riego continuo.

Mientras que en taludes y plazas principales, se canalizará el agua por medio de canaletas hacia diversos pozos de absorción para que las excedencias sean aportación al subsuelo.

### 2.3.7 Pozos de Absorción

Los pozos de absorción consisten en excavaciones de un diámetro y profundidad variable por el que penetra el agua superficial y se filtra en el subsuelo circundante como aportación al mismo. Los pozos de absorción no requieren de ningún mantenimiento

El Pozo de Absorción se puede dejar vacío y recubrir con un material poroso para dar soporte y evitar que se colapse, o dejar sin cubrir y llenar con piedras grandes y grava.

Las piedras y la grava evitarán que las paredes se colapsen, pero dejarán espacio adecuado para el agua pluvial. En ambos casos, una capa de arena y grava fina debe ser repartida en el fondo para ayudara que se disperse el flujo.

El pozo de absorción debe tener entre 1.5 y 4 metros de profundidad. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de un metros para lograr una buena distribución de agua al fondo. Las dimensiones y número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno (Figura 2.3.7.1).

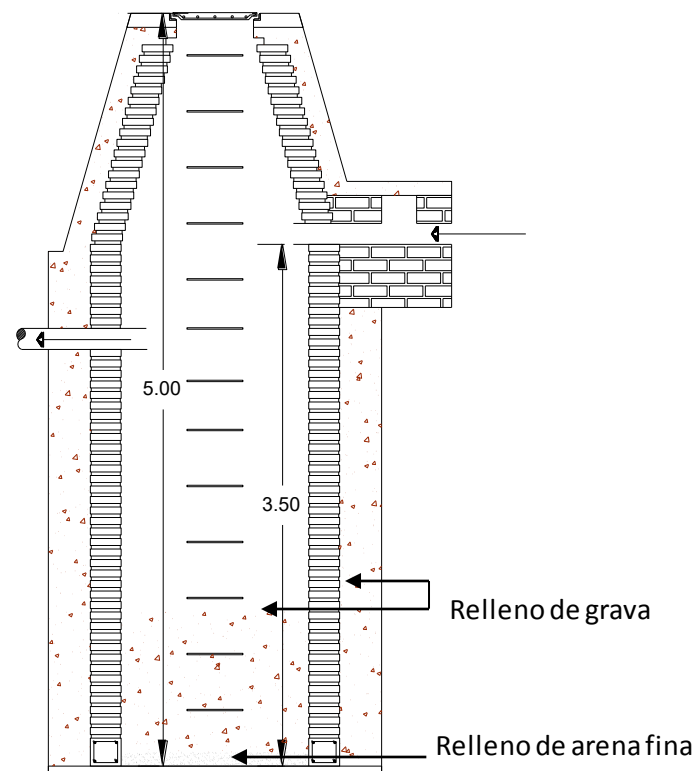


Figura 2.3.7.1 Pozo de Absorción  
Imagen de elaboración propia



## M U S E O D E L A G U A 2.3.8 Sistema de certificación LEED

LEED es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council).

Se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo.

Se basa en la incorporación de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales

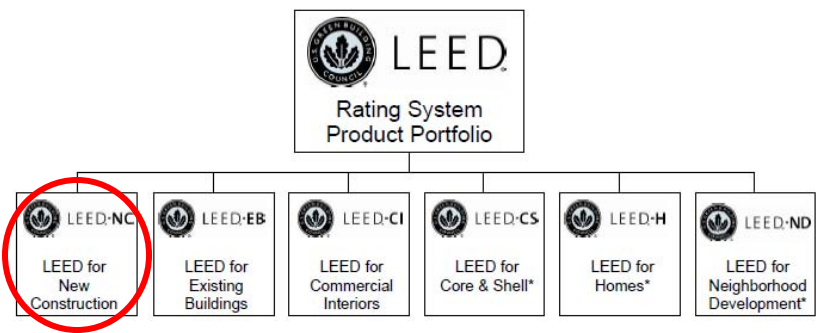


Figura 2.3.8.1 LEED para nuevas construcciones, corresponde al proyecto del Museo del Agua  
Fuente de Imagen: Website LEED

En general, la metodología de todos los sistemas de evaluación LEED es la misma. Se establecen varias categorías:

- Parcelas sostenibles
- Ahorro de agua
- Eficiencia energética
- Materiales reciclados
- Calidad de ambiente interior
- Innovación en el proceso de diseño
- Regional Priorities (prioridades regionales).



### Emplazamiento Sustentable

La elección del sitio de un edificio y la gestión de ese sitio durante la construcción son consideraciones importantes para la sostenibilidad de un proyecto; trata de que se minimice el impacto de un edificio en los ecosistemas y las vías navegables; alienta el uso de vegetación de la región.

El Museo del Agua estará localizado en Ciudad Universitaria y uno de los objetivos primordiales es la utilización y aprovechamiento de la vegetación del lugar, así como las áreas verdes existentes (sendero ecológico) como parte complementaria del proyecto.



### El Agua

Los edificios son los mayores usuarios de agua potable, el objetivo de esta categoría es fomentar el uso eficiente del agua dentro y fuera del edificio, por lo que nuestro museo poseerá un sistema de canaletas con rejillas en cubiertas para captación de agua pluvial y una planta de tratamiento de agua para su reutilización dentro del museo.



### Recursos Materiales Locales

Durante ambas fases de construcción y operación, los edificios generan una gran cantidad de residuos y utilizan gran cantidad de material y recursos, sin embargo el Museo del Agua estará ubicado en un terreno de diferentes niveles, lo cual no requiere de tanta excavación ni desperdicio de material. El material sobrante de las excavaciones hechas, se utilizará como material de construcción principal (roca volcánica).



### Calidad de Ambiente Interior

La categoría promueve estrategias que pueden mejorar el aire interior, así como facilitar el acceso a luz natural y vistas.

El proyecto propone una buena orientación para así evitar incidencias de calor en zonas no requeridas, así como azoteas verdes que aíslan tanto térmica como acústicamente y en cubiertas donde no hay azoteas verdes, se colocará un impermeabilizante blanco para mejorar la reflexión de los rayos solares.

Para la entrada de luz natural, el museo cuenta con ventanales de piso a techo en vestíbulos y patios centrales abiertos, con vista a las áreas verdes naturales del lugar.

Torre de HSBC, Primer edificio en Latinoamérica, que recibió la Certificación LEED Gold, del Green Building Council.

#### Propósito:

MINIMIZAR el consumo energético y material mediante la eficiencia de sus procedimientos, y con ellos DISMINUIR la contaminación ambiental, sin dejar de lado la COMODIDAD del usuario.

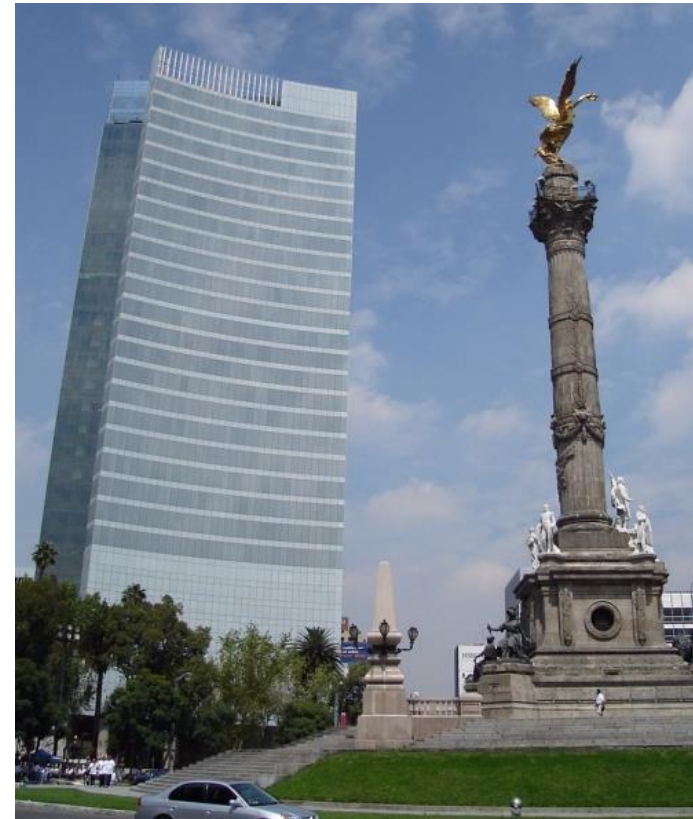


Figura 2.3.8.2 Torre HSBC  
Fuente de Imagen: Website LEED

LEED estima que la práctica de sus lineamientos, en comparación con una obra en el orden tradicional, puede reducir en consumo de energía de 24 a 50%, las emisiones de CO2 de 33 a 39%, uso de agua de 40%, así como ahorro por manejo de residuos del 70%.

**M** Aplicación del sistema LEED para el desarrollo del Museo del Agua:

**U** Dado a la ubicación y características del terreno (sitio) es factible aplicar la metodología LEED para el desarrollo del proyecto.



Figura 2.3.8.3 Colindancia norte



Figura 2.3.8.4 Colindancia sur

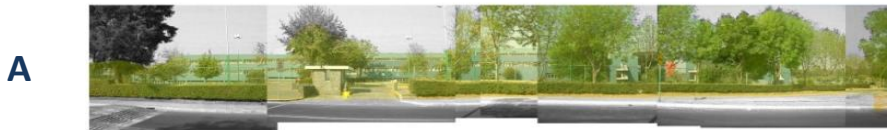


Figura 2.3.8.5 Sitio Museo del Agua, Ciudad Universitaria  
Imágenes de elaboración propia, tomadas en sitio

- U**
- A**
- Vegetación abundante
  - Presentándose el periodo de lluvias en verano con mayor regularidad en los meses de Abril a Septiembre. La estación seca comprende los meses de Octubre a Diciembre.

- Tipo de suelo, se conforma por rocas volcánicas, como son tobas limosas, arenosas y areno limosas (mejor conocidas como tepetates), cuyo comportamiento es de suelos muy firmes, no deformables o poco deformables.

## 2.4 Conclusiones de Diseño

El edificio Museo del Agua contará con 3 plantas: Sótano, Planta de primer nivel y Planta Baja o de Acceso.

La planta de acceso estará cubierta por azotea verde y bajará en pendiente hasta el nivel cero.

El conjunto está proyectado para recibir hasta 1600 visitantes por día en las salas 1, 2, 3 y 4, en la quinta sala recibirá un promedio de 500 al día.

Los cajones de estacionamiento se dispondrán según el reglamento de construcciones para el DF (1 cajón por cada 40 metros cuadrados de construcción) contará con 470 cajones para automóviles, para 10 autobuses y 36 para personas con capacidades diferentes.

Con respecto al área libre es de 50%, se está cumpliendo por encima de los porcentajes que marca la reglamentación de la D.G.O.C, así como los 10 metros de restricción que indica.

Serán aprovechados los materiales que se obtengan del mismo predio para dar continuidad a la imagen de Ciudad Universitaria, así como a la cromática existente para no contrastar con el contexto. No se utilizarán materiales de exportación o de difícil obtención.



A continuación se describen las Zonas principales o rectoras del proyecto “Museo del Agua”:

#### *Accesos*

El edificio contará con 3 accesos:

- 1.- Acceso público
2. Acceso privado (empleados)
- 3.-Acceso de carga y descarga (servicios)

#### *Planta Baja*

Se ubicará el Vestíbulo el cual será el espacio central que funcionará como vínculo o articulación de los diferentes espacios: Salas de exposiciones, Sala introductoria, Exposiciones al aire libre Sanitarios, Ludoteca, Tienda, Auditorio, Administración, Escaleras y Elevadores, Taquilla, Lockers, Vigilancia y CCTV.

#### *Planta Primer Nivel*

Cafetería, Terraza, Azotea Verde y Sendero.

#### *Sótano*

Aprovechando que el edificio en su punto más bajo tiene un nivel de menos 7 metros, se ubicará el Estacionamiento y el área de Investigación en este nivel junto con los espacios de servicios como son Control de acceso, Cuarto de máquinas, Bodegas, Mantenimiento, Talleres Museográficos Taller de mantenimiento, Montacargas, Baños-Vestidores.

#### *Exteriores*

Los espacios exteriores serán Plaza de acceso público, Patio Maniobras, Área de Carga y Descarga se ubicarán en el exterior. La azotea verde del Museo del Agua tendrá conexión con el Universum con el propósito de unir ambos edificios.



Para atender el concepto y las características del tema “Museo del Agua”, requerimos primero entender que es el museo, las funciones que cumple en una comunidad, así como la tipología del mismo y sus visitantes.

#### 3.1 Definición de museo

La definición de un museo por parte del Consejo Internacional de Museos ICOM (artículo 2) es:

Una institución de carácter permanente y no lucrativo al servicio de la sociedad y su desarrollo, abierta al público que exhibe, conserva, investiga, comunica y adquiere, con fines de estudio, educación y disfrute, la evidencia material de la gente y su medio ambiente.

Los museos tienen el compromiso de contribuir al desarrollo de la sociedad, por medio de exposiciones y de un conjunto de actividades paralelas, evidenciar material (tangible o intangible), cultural y natural, artístico y científico (animado o inanimado), histórico y tecnológico, de la evolución del hombre y de la naturaleza.

#### 3.2 Funciones del museo

Las funciones fundamentales del museo son cinco: coleccionar, conservar, investigar, difundir y educar. Cada una de estas funciones da origen a un área de atención específica.

De importancia significativa es el exponer, y de ahí uno de los fines primordiales del museo como tal y la principal con respecto al público, pues es el puente de comunicación entre el personal del museo, la colección y el público el visitante.

#### 3.3 Tipología de museos

El ICOM estableció una tipología según el contenido temático de las colecciones:

- Museo de arte
- Museo de historia
- Museo de etnografía y folklore
- Museos de ciencias naturales
- Museos de ciencias y tecnologías
- Museos regionales

*Museos de arte:* Dedicados a la exposición de obras de bellas artes, artes gráficas, aplicadas y/o decorativas (presentando diversos periodos y estilos). Forman parte de este grupo los de escultura, galerías de pintura, museos de fotografía y de cinematografía, museos de arquitectura, museos de arte religioso y las galerías de exposición que dependen de las bibliotecas y archivos.

*Museos de historia:* Dedicados a presentar la evolución histórica de una región o país durante un período determinado o a través de los siglos. Incluye a aquellos de colecciones de objetos históricos y de vestigios, museos conmemorativos, museos de archivos, museos militares, museos de personajes o procesos históricos, museos de “la memoria”, entre otros.

*Museos de etnografía y folklore:* Se dedican a culturas o elementos culturales pre-industriales, pueden ser contemporáneos o pertenecientes a un pasado más o menos recientes. Incluyen los museos al aire libre.



**M** *Museos de Ciencias Naturales:* Dedicados a varias disciplinas, botánica, geología, mineralogía, zoología, paleontología, etc. En ellos la investigación y enseñanza desempeñan el papel más importante.

**U**  
**S** *Museos de Ciencia y Tecnología:* Dedicados a una o varias ciencias exactas tales como astronomía, matemáticas, física, química, ciencias médicas, así como los diversos procesos productivos de materias primas o productos derivados. También se incluyen los planetarios y los centros científicos.

**E**  
**O** *Museos Regionales:* Alejados de un gran centro, y cuyos programas son a la vez regionales y universales. Están al servicio de un público de paso en el que completan y orientan los conocimientos de la región que se visita

**D**  
*Paradigmas entre educación y museos:*

**E** *Paradigma tradicional*

- L**
- El museo es un apoyo que complementa la educación formal
  - El objetivo de la visita es la obtención de conocimientos
  - Lo esencial de una exposición es su contenido
  - El museo aspira a presentar el significado natural de las cosas
  - Las exposiciones aspiran a la objetividad
  - La experiencia educativa se produce al ofrecer al visitante una representación del mundo clara y convincente
  - La experiencia educativa durante la visita se reduce a la visión y el pensamiento
  - El museo es una ventana para conocer otras realidades
  - La experiencia museográfica consiste en recorrer la exposición dentro del museo
- A**

*Paradigma emergente*

- El museo ofrece una experiencia educativa independiente de la educación formal
- El objetivo de la visita es múltiple y distinto en cada experiencia concreta
- Lo esencial de una exposición es el diálogo que se produce entre el contexto del visitante y la experiencia de visita
- El museo debe mostrar el contexto social que produce el significado
- El museo debe dar cabida a la subjetividad y la intersubjetividad
- La experiencia educativa durante la visita involucra las emociones y las sensaciones corporales
- La experiencia educativa se apoya en la participación activa del visitante

*Tipología metafórica de visitante según Lauro Zavala*

Visitante Hormiga. Lento, memorioso, verbal y crítico, orientado a la experiencia de análisis.

Visitante Chapulín / Visitante Pez. Lúdicos, interactivos, auditivos, emocionales y vertiginosos, orientados a la experiencia empática.

Visitante Mariposa. Pragmático, visual, táctil, sistemático y utilitario, orientado a la experiencia pedagógica.

Esta tipología es completamente hipotética, y cada visitante puede llegar a combinar diversas estrategias en cada visita.

Tabla 3.3.1 Clasificación de museos según Lauro Zavala

<b>Tipo de Museo</b>	<b>MUSEO CLASICO</b>	<b>MUSEO MODERNO</b>	<b>MUSEO POSMODERNO</b>
Umbral	Claro definido	Metafórico	Polisémico
Espacio	Narración (De plano Gral. A primer plano)	Descripción de primer plano a plano general	Simultaneidad de narración y descripción
Diseño	El espacio acompaña al concepto	El espacio precede al concepto	Espacio fractal autónomo frente al concepto
Recorrido	Representacional	Expresionista	Participativo / Itinerante
Discurso de Apoyo	De tipo didáctico Secuencial	Fragmentario	Irónico o Paradójico
Estética o Ideología	Final epifánico, Una verdad resuelve todos los enigmas	Final abierto Neutralización de la resolución	Incertidumbre Simulacros de representación
Salida	Causalidad teleológica didácticas	Final abierto, neutralización de la resolución	Final virtual, Simulacro de epifanía



M

### 3.4 Conceptualización

U

El objetivo principal de esta tesis es solucionar el problema de la falta de un Museo del Agua en la República Mexicana; para lo que se construirán un conjunto de edificios que cubrirán las necesidades de concientizar, educar y generar una “Nueva cultura del agua” en los mexicanos.

S

E

El museo contará con las áreas generales siguientes:

O

Áreas de Exhibición, Vestíbulo, Administración y Servicios, las que se abordarán en diferentes edificios formando un solo conjunto.

D

Las áreas de exhibición, estarán cubiertas con azoteas verdes, causando una adaptación e integración al entorno, además se plantea un recorrido por arriba de las cinco salas creando una conexión con los edificios posteriores.

E

L

Respondiendo a la necesidad de educar y concientizar para una “Nueva Cultura del Agua”, el mismo edificio funcionará como ejemplo para enseñarlo a los visitantes, ya que contará con un sistema de reutilización y recidaje del agua, además de que se construirá un sistema de captación de agua pluvial aprovechando la azotea verde.

A

G

Dada la irregularidad del terreno se aprovecharán los desniveles del mismo para el desplante de los edificios, ahorrando así el costo de la construcción.

U

Se aprovecharán los recursos materiales (piedra brasa) del sitio para la construcción de muros, mobiliario y acabados.

A



Figura 3.4.1 Adaptación y Fusión con el medio  
Imagen de elaboración propia

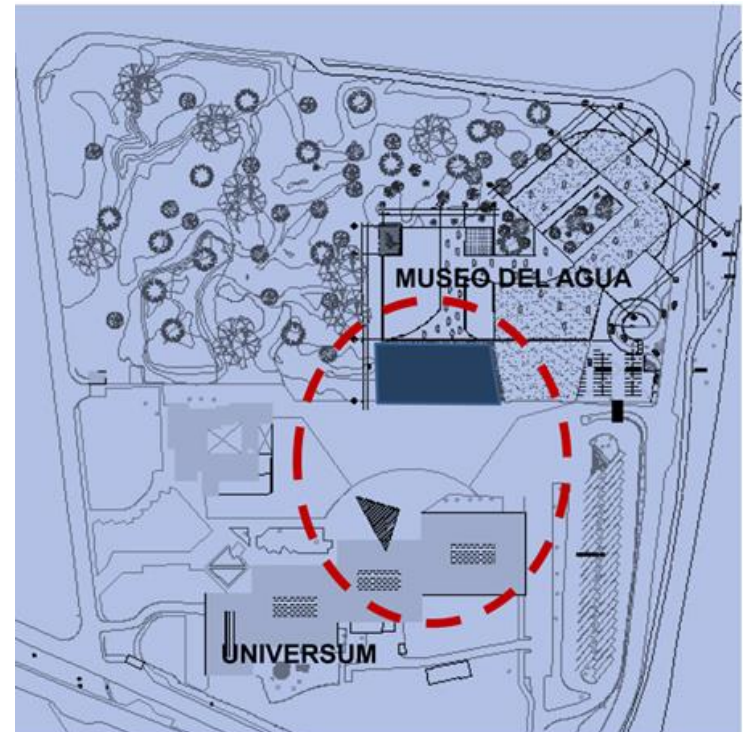


Figura 3.4.2 Conexión Universum y Museo del Agua  
Imagen de elaboración propia

### 3.5 Concepto Arquitectónico

El concepto arquitectónico para el Museo del Agua, surge de la previa investigación mencionada en el marco contextual e histórico, y consideramos de suma importancia respetar el medio físico natural, teniendo en cuenta el contexto urbano, para no salir de él.

El dinamismo en las formas del museo, sumado a un proceso detallado de estudio del terreno, generarán un espacio respetable con el entorno pero audaz al interior.

El acceso al museo se realizará por medio de una gran plaza que enfatizará el acceso y llevará al usuario al vestíbulo principal, el cual se conecta con las áreas principales del museo.

Las cinco salas de exhibición estarán conectadas por un recorrido en circuito, causando un efecto de movimiento.

En el centro del circuito se mantendrá el terreno actual lo que ayuda a dar una iluminación y ventilación natural para los diferentes espacios del museo, además de generar remates visuales desde diferentes puntos del espacio.

Con respecto a la formalidad de los edificios, al respetar los niveles del terreno actual, causará diferentes alturas que ayudarán a generar movimiento y sombras en las fachadas.

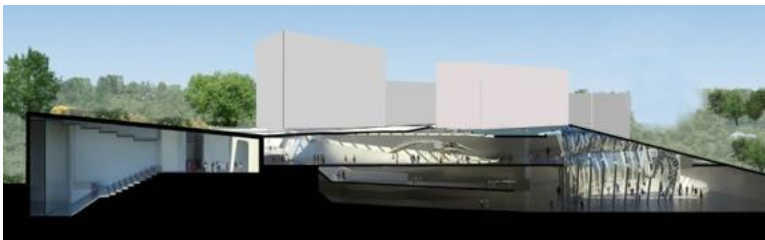


Figura 3.5.1 Aprovechamiento de los diferentes niveles de terreno  
Imagen de elaboración propia

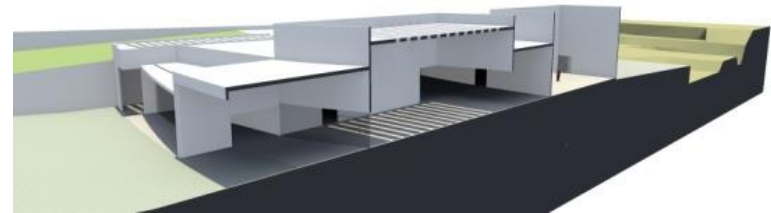


Figura 3.5.2 Movimiento y ritmo en las fachadas que respetan el entorno

Imagen de elaboración propia tomada del sitio

### 3.6 Fundamentación Teórica

Fundamentando el concepto del Museo del Agua y complementando lo mencionado anteriormente, las corrientes que se aplicarán al proyecto son:

Arquitectura sostenible y Arquitectura Orgánica.

### 3.6.1 Arquitectura Sostenible

Es una nueva tendencia que contempla una nueva expresión basada en la utilización de áreas verdes en fachadas, patios exteriores y/o azoteas con un especial respeto y compromiso con el medio ambiente e implica dentro de el, un uso adecuado de energía y un uso razonado de recursos, mediante la utilización de fuentes de energía alternas y sistema de recidaje de agua y desechos sólidos en beneficio de las generaciones futuras (desarrollo sustentable). En esta tendencia se incluyen los skygardens o “jardines en el cielo”.

La Arquitectura sostenible, refleja una nueva forma de entender la arquitectura: grandes intervenciones arquitectónicas ecológicamente sostenibles.



Figura 3.6.1.1 Ejemplo de Arquitectura Sostenible, Azoteas verdes  
Fuente de Imagen: Website Academia de Ciencias



Figura 3.6.1.2 Academia de Ciencias [Renzo Piano]  
Fuente de Imagen: Website Academia de Ciencias USA

### 3.6.2 Arquitectura Orgánica

La arquitectura orgánica u organidismo arquitectónico es una filosofía de la arquitectura que promueve la armonía entre el hábitat humano y el mundo natural.

Mediante el diseño busca comprender e integrarse al sitio, los edificios, los mobiliarios, y los alrededores para que se conviertan en parte de una composición unificada y correlacionada. Los arquitectos Gustav Stickley, Antoni Gaudí, Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, Louis Sullivan, Bruce Goff, Rudolf Steiner, Bruno Zevi, Hundertwasser, Samuel Flores Flores, Imre Makovecz y Antón Alberts son los mayores exponentes de la denominada *arquitectura orgánica*.

El estilo orgánico es un movimiento arquitectónico que se deriva del funcionalismo o racionalismo y que puede considerarse promovido fundamentalmente por los arquitectos escandinavos en la década 1930-40 y por el arquitecto americano Frank Lloyd Wright. El movimiento acepta muchas de las premisas del racionalismo, como son la planta libre, el predominio de lo útil sobre lo meramente ornamental, la incorporación a la arquitectura de los adelantos de la era industrial, pero procura evitar algunos de los errores en que cae el racionalismo y aportar nuevos valores a la arquitectura.

### 3.7 Apoyos Arquitectónicos

#### 3.7.1 Techos verdes

Los techos verdes modernos colocados deliberadamente para mantener vegetación en un medio de cultivo son un fenómeno relativamente reciente. Sin embargo los países escandinavos han usado techos de pasto por muchos siglos.

La tendencia moderna comenzó cuando Alemania desarrolló los primeros en la década de 1960 y ahora se han difundido a muchos países. Se calcula que alrededor del 10% de los techos en Alemania son verdes. Se están volviendo populares en Europa y en menor grado en Estados Unidos.

Algunos países europeos, incluyendo Alemania, Suiza Holanda, Hungría, Suecia y el Reino Unido, tienen asociaciones que fomentan los techos verdes. La ciudad de Linz en Austria paga a los constructores para que instalen techos verdes. En Suiza hay una ley federal sobre techos verdes. Gran Bretaña comenzó lentamente pero las políticas sobre este tema han cobrado gran vigor, especialmente en Londres y Sheffield.

En Francia hay un enorme techo verde de 8.000 metros cuadrados que ha sido incorporado dentro del nuevo museo L'Historial de la Vendée que se inauguró en junio de 2006 en Les Lucs-sur-Boulogne.

El nuevo edificio de la Academia de Ciencias de California, que se encuentra en construcción en el parque Golden Gate de San Francisco tiene un techo verde que proveerá casi una hectárea de vegetación nativa designada para proteger algunas especies locales en peligro de extinción.

El techo del Banco Santander de Madrid, España tiene el techo verde más grande de Europa, con más de 100.000 metros cuadrados. Ha sido construido como una combinación de sistemas intensivos y extensivos.



Figura 3.7.1.1 Escuela de Arte en Singapur  
Fuente de Imagen: Website Arquitectura Sostenible





M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A



Figura 3.7.1.2 Ayuntamiento en Chicago USA  
Fuente de Imagen: Website Arquitectura Sostenible

### 3.7.2 Academia de Ciencias de California, [Renzo Piano].

En diversas ocasiones, el arquitecto de origen italiano Renzo Piano, conocido por obras como el Museo Whitney de Arte Americano y el New York Times Building, ha manifestado que la arquitectura es un reflejo de la sociedad y de la cultura por lo cual considera que un arquitecto debe experimentar e innovar haciendo uso, con discreción, de las nuevas tecnologías y de las herramientas de su tiempo, pero sin dejar a un lado la historia y la tradición.

Para Piano, la arquitectura es un oficio complejo en el que se sintetizan: la ciencia, el arte, la historia, la antropología, geografía y clima de cada país en donde el arquitecto trabaja. Su más reciente obra, La Academia de las Ciencias de California, ubicada en el Golden Gate Park en los Estados Unidos es un reflejo de ello.

Como muchas de las obras diseñadas por el arquitecto italiano, ésta, se caracteriza por su elegancia, sencillez, lo innovador de sus soluciones arquitectónicas, así como por el uso de la tecnología más reciente y fundamentalmente por el respeto y cuidado de la ecología. La intención de Piano en este proyecto fue levantar un trozo del Golden Gate Park y meter un museo debajo para posteriormente cubrirlo con el paisaje. De esta forma, la Academia de Ciencias que albergará a 38,000 animales vivos- fue resuelta a partir de una estructura de acero sobre la que descansa un techo ondulado de 10,000 metros cuadrados cubierto totalmente de pasto, plantas y flores propias del lugar, lo que provoca que el edificio de la impresión de haber crecido de manera natural sobre el terreno.

La cubierta ondulada del edificio, que simula las siete colinas de San Francisco, tiene múltiples funciones; entre ellas la de aislante térmico, lo que reduce la utilización de aire acondicionado.

La arquitectura de paisaje se realizó en colaboración con la firma SWA Group y el denominado creador de las cubiertas verdes Paul Kephart de Rana Creek Living Architecture.

El jardín que descansa sobre la cubierta está estructurado en torno a una red de piedras colocadas sobre una malla metálica que permite que el agua se drene para recolectarla y reutilizarla para las áreas verdes y en algunas áreas ubicadas al interior del museo.

La inclinación de las -pequeñas colinas- hace que el aire circule directamente hacia el patio ubicado al centro del proyecto, esto permite que la temperatura que por lo general en esta zona es muy cálida en el interior siempre sea confortable, de esta forma sólo es necesario el uso del aire acondicionado en una pequeña parte del edificio

Los siete montículos, cuyas curvas además de simular colinas naturales permiten diferenciar desde el exterior los diversos espacios en que contiene el edificio: un centro de investigación, un acuario, un planetario y un aviario, además de las salas del museo, dos restaurantes, un cine de tercera dimensión, una terraza y una tienda.

Una plaza de cristal con paredes transparentes de doce metros de altura es la piazza o vestíbulo general, ubicado entre dos grandes cúpulas. Una de ellas alberga en su interior el planetario y la otra un bosque tropical, en donde se encuentran cientos de pájaros y mariposas que vuelan debajo de la cubierta de vidrio transparente. En la parte baja del edificio se encuentra una sala destinada al mundo marino, ahí se encuentra el mayor arrecife de coral de origen filipino- construido en cautiverio y un estanque que albergará alrededor de 2,000 especies de peces.



Figura 3.7.2.1 Academia de Ciencias (Renzo Piano)  
Fuente de Imagen: Website Academia de Ciencias USA



Figura 3.7.2.2 Academia de Ciencias (Renzo Piano)  
Fuente de Imagen: Website Academia de Ciencias USA

La Academia de Ciencias de California es un edificio verde casi en su totalidad y cuenta con soluciones como compuertas y cortinillas ubicadas muchas de ellas sobre la cubierta que se abren y cierran según las necesidades del interior por medio de un sofisticado sistema computarizado. Esta solución permite que el edificio siempre tenga una temperatura y humedad óptimas.

Siendo este un edificio ecológico que muchos han catalogado como el más ecológico del mundo, e incluso ha sido propuesto para el premio LEED platino del US Green Building Council el concepto de reciclaje fue una pieza clave en el diseño y en la selección de materiales, por ejemplo, como aislante térmico para los muros se utilizaron pantalones viejos de mezclilla.

Otro ejemplo es que por lo menos el 90 % de los espacios al interior del museo cuentan con luz natural, lo que reduce enormemente el gasto de energía eléctrica. Además, el museo cuenta 60,000 células fotovoltaicas, con las que el edificio generará un 15% de la energía eléctrica que consume.



**M** Se calcula que el edificio que alberga el Museo logrará disminuir los costos por consumo de energía en un 20 a un 30%. Este ahorro se debe en gran parte a los vidrios alemanes utilizados en las fachadas que permiten calentar o enfriar el ambiente dependiendo de la época del año.

**S** Esta tecnología fue desarrollada por la empresa Gartner en la ciudad de Gundelfingen en el Estado federado de Baden-Wurtemberg, al sudoeste de Alemania.

**O** Durante la ceremonia de apertura, realizada el 27 de septiembre del presente año, Renzo Piano manifestó que este museo es un regalo a nuestros hijos y a las próximas generaciones, y es una herramienta para que la siguiente generación se enfrente al problema de que la Tierra necesita ayuda.

**D** .

### 3.8 Conclusiones

**E** El objetivo principal del museo será divulgar, promover y fortalecer la cultura científica y tecnológica, así como crear conciencia en las personas del Cuidado del Agua.

**A** Buscamos proyectar un museo que logre integrarse a la zona cultural de Ciudad Universitaria, creando al mismo tiempo un conjunto arquitectónico junto con Universum a través de un recorrido verde.

**U** Planeamos recibir a los tres tipos de visitantes (mariposa, hormiga y pez), la museografía junto con la arquitectura y el diseño, están adaptadas a cada uno de ellos.

**A**

El recorrido museográfico es dinámico e interactivo con la intención de que se visite todo el museo y no se corte a la mitad.

El tema que rige al Museo es la Sustentabilidad, de ello deriva el concepto y atractivo principal "Azoteas verdes".

Será poco más del cincuenta por ciento del Museo del Agua que estará cubierto por azoteas verdes, lo cual cumplirá con este concepto básico y la base de fundamentación teórica señaladas en el marco anterior.

El techo verde busca devolver a los habitantes lo que se perdió en el desarrollo humano, logrando edificios más eficientes, considerando el ecosistema como parte valiosa para la comunidad, por lo tanto el Museo del Agua se convertirá en un edificio de suma importancia para la nación y podríamos decir que para el mundo.



Esta tesis profesional se desarrollará en dos etapas principales, etapa teórica y etapa proyectual. La primer etapa de la tesis se hizo a base de 5 marcos, Marco Contextual, Marco Histórico, Marco Teórico-Conceptual, Marco Metodológico y Marco Operativo, cada uno de estos tiene un objetivo particular en el contenido de la tesis.

- *Marco contextual:* en este, se identificó el sitio, se definió el problema y se realizó una hipótesis de este, partiendo de ahí para construir el porque del proyecto; Así como el análisis del usuario, la cuantificación aproximada de la demanda y el costo aproximado del proyecto.
- *Marco histórico:* para poder iniciar el proyecto, teníamos que saber el origen del tipo de edificación y su evolución con el paso del tiempo, a través de investigación documental e histórica, desde el punto de vista funcional, formal y tecnológica, así como edificios análogos para hacer comparativas de espacios y poder realizar un proyecto completo.
- *Marco teórico-conceptual:* Representa la base de sustentación del proceso de investigación, es aquí donde se exponen y analizan las teorías y enfoques teóricos y las ideas, también se logra definir el concepto arquitectónico, con el fin de establecer un correcto encuadre del objeto y el problema que investigamos, su importancia radica en que dirigimos los esfuerzos de la investigación, hacia la obtención, organización, análisis e interpretación de datos suficientes para comprobar la operatividad de los métodos propuestos y la validez de las hipótesis.

- *Marco metodológico:* En esta etapa se marcan los procedimientos metodológicos que se llevarán a cabo dentro del proceso de desarrollo del Proyecto Arquitectónico, así como las normas y reglamentos que deben respetarse al realizar el mismo.
- *Marco operativo:* aquí iniciamos el proyecto arquitectónico, desde el análisis de espacios, del sitio, de la zona, así como equipamiento e infraestructura, análisis de sitio, que nos permitirá definir un programa arquitectónico y con esto tener un buen desarrollo proyectual, saber con que y con que no contamos al plasmar nuestras ideas en papel hasta llegar al proyecto ejecutivos.

Cada uno de estos marcos, sigue una metodología simple, como es:

1. *Etapa de información.* Se obtienen datos generales acerca del tema a tratar, necesitamos saber las necesidades de habitabilidad para poder satisfacerlas, por medio de los usuarios y del sitio en cuestión.

2. *Etapa de investigación.* Ya que se tienen estos datos generales de habitabilidad y demás, a través de revisión y búsqueda bibliográfica, documental y de campo, partimos a obtener datos específicos, así como ir comprendiendo las necesidades del edificio (museo).

3. *Etapa de análisis.* Con la obtención de la información a base de investigación, procedemos al análisis de datos para determinar que nos sirve y que no nos sirve, así como la información complementaria.



**M** 4. *Etapas de síntesis.* En esta etapa nos dedicamos a depurar la información, quedándonos solo con la requerida, así ésta sustentará la solución del proyecto en general.

**U** 5. *Etapas de conclusiones.* Con la información obtenida, analizada y depurada, finalizamos con la definición de conclusiones, esto nos va a dar una justificación al ir desarrollando el proyecto arquitectónico. Y consta de diagramas, definición de espacios y áreas, programa arquitectónico (inicial y final), un primer acercamiento del costo del proyecto, intenciones de diseño, hasta llegar al anteproyecto.

**O** Durante el desarrollo de los marcos nos debemos ir preguntando, qué y para qué se necesita, para quién se necesita, para donde y para cuantos se necesita y por último el pronóstico de costo de lo que se necesita, esto es para llevar un orden en la elaboración de la tesis.

**D** La segunda etapa principal es la proyectual, en la que se elabora el proyecto arquitectónico (anteproyecto y proyecto ejecutivo).

**E** El anteproyecto es el desarrollo preliminar definitivo acertado y tomado como antecedente proyectual, y consta de plantas arquitectónicas, cortes y alzados, así como un primer criterio de instalaciones, estructura y construcción.

**L** El proyecto ejecutivo presenta el proyecto final acertado, conformado por planos arquitectónicos, estructurales, constructivos y de instalaciones completos, cortes generales y particulares señalando acabados, fachadas, instalaciones básicas y especiales, memorias de proyecto, renders y maqueta.

**A**

## 4.1 Normatividad

La delegación Coyoacán así como los predios presentados por SEDUVI, están regulados por los siguientes reglamentos, normas y leyes:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
- Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcciones del D.F.
- Programa de Desarrollo de la Delegación Coyoacán
- Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal
- Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM (D.G.O.C.)

Dentro de ellos nos indican los aspectos que deberán de cuidarse durante los procesos de proyecto y construcción de la obra a realizar.

A continuación se menciona la normatividad del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal para Museo.

### *Cajones de Estacionamiento*

- Instituciones Científicas (Museo) 1 por cada 40 m<sup>2</sup> construidos
  - Museo del Agua
- Oficinas 1 por cada 30 m<sup>2</sup> construidos
  - Museo del Agua
- Minusválidos 1 por cada 25 cajones de estacionamiento
  - Museo del Agua 36 automóviles para minusválidos

En la siguiente tabla se muestran las restricciones que establece la D.G.O.C. para obras nuevas dentro de Ciudad Universitaria.

### *Dimensiones y características de los locales en las edificaciones*

- Instituciones Científicas (Museo) 3 metros de altura
  - Museo del Agua 5 metros en área de exhibición
- Oficinas 5 m<sup>2</sup> por empleado
  - 2.30 metros de altura
  - Museo del Agua 4 metros de altura

### *Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental - provisión mínima de agua potable*

- Instituciones Científicas (Museo) 10 lts./asistente/día
  - Museo del Agua 16,000 litros diarios
- Oficinas 50 lts./persona/día
  - Museo del Agua 2,500 litros diarios
  - Total 18.500 litros
  - Reserva 38 m<sup>3</sup> (capacidad de cisterna)

NOTA: Usaremos equipo hidroneumático para distribución de agua potable. (ver memoria de cálculo).

### *Instalación sanitaria*

Aportación de las aguas servidas 80% de la dotación total de agua potable

- Museo del Agua 14,800 litros

NOTA: Las aguas negras serán canalizadas, por medio de ramales horizontales y verticales, hacia una planta de tratamiento de aguas (ver memoria de cálculo).

### *Instalación pluvial*

Las bajadas pluviales deben tener un diámetro mínimo de 0.15 m por cada 300 m<sup>2</sup> o fracción de superficie de cubierta.

De acuerdo al cálculo de la cisterna de recolección de agua pluvia, tendrá una capacidad de 24 m<sup>3</sup>, donde los meses de Julio a Septiembre son los mas lluviosos con una precipitación promedio de 177 mm/hr

NOTA: Ver memoria de cálculo de agua pluvial

### *Dispositivos contra incendios*

Según el reglamento de la D.G.O.C., todos los edificios construidos dentro de Ciudad Universitaria, serán considerados como riesgo mayor.

Para estacionamiento se consideran areneros cada 10 m , tambos de 200 litros. Para Museo , extintores de polvo químico seco ABC, 1 extintor a cada 150 m<sup>2</sup> en cada nivel

### *Número de sanitarios*

- Museo, de 101 a 400 visitantes 4 E / 4L
  - por cada 200 adicionales 1 E / 1 L
  - Museo del Agua 10 E / 10 L
- Oficinas hasta 100 personas 2 E / 2 L



## M *Iluminación y Ventilación naturales*

Área de ventanas para iluminación no será inferior al 17.5% del área del local.

Ventilación será de 5% del área del local.

- S - Museo del Agua 195 metros cuadrados mínimo de iluminación natural, 600 metros cuadrados de ventilación

## E *Iluminación artificial*

O	Exposición	250 luxes
	Vestibulos	150 luxes
	Circulaciones	100 luxes
	Oficinas	de 200 a 500 luxes
D	Estacionamientos	30 luxes
	Circulaciones	75 luxes
	Circulaciones verticales	100 luxes

E  
NOTA: Ver memoria de cálculo energía eléctrica

## L *Iluminación de emergencia*

La iluminación de emergencia será del 10 % de la iluminación artificial requerida en el local.

- G - Museo del Agua se colocarán 10 lámparas de emergencia en cada zona pública y privada del Museo

## U *Comunicación, evaluación y prevención de emergencias*

Puertas (Museo)

- A - Intercomunicación y salida 3 metros
- Acceso principal 3 metros

(Oficinas)

- Intercomunicación y salida 1.20 metros
- Acceso principal 2.40 metros

## *Pasillos*

- Museos 1.20 m de ancho / 2.30 de alto
- Oficinas (principal) 1.20m de ancho / 2.30 de alto (secundaria) 0.90 m de ancho / 2.30 de alto

## *Escaleras*

- Museos (pública) 1.20 m de ancho

#### 4.1.1 Lineamientos D.G.O.C.

Disposiciones Generales de la D.G.O.C.	Determinaciones del proyecto MUSEO DEL AGUA
Integrarán área de estacionamiento reglamentaria.	Contamos con estacionamiento, con capacidad para 370 cajones, 10 autobuses y 36 para personas con capacidades diferentes según lo indica el reglamento 1 cajón por cada 40 metros cuadrados de construcción
Contarán con planta para tratamiento de aguas residuales.	Se propone una planta de tratamiento de aguas que consta de una sola unidad compacta
Considerarán un mínimo del 50% del terreno sin construir, omitiendo estacionamientos, plazas y andadores, a efecto de no saturar la zona.	El sendero ecológico existente lo integramos al proyecto, utilizando su superficie como el 50% de área libre
No se colocarán bardas en torno a sus edificios, salvo en los estacionamientos.	El estacionamiento esta ubicado a un nivel de -7 metros, por lo que lo delimita una barda de contención, el resto esta delimitado por el terreno natural
Su límite de altura será el del edificio más alto, a la fecha de expedición de la presente normatividad.	La sala Nezahualcóyotl es el edificio más alto, cuenta con una altura de 25 metros aproximadamente, nuestro museo tiene 10 metros de altura.
Observarán 10 metros de restricción como mínimo a partir de la guarnición de la banquetta.	Respetamos los 10 metros de restricción.
En todo proyecto deben conocerse las condiciones y características del terreno para aprovecharlas en términos de ahorro de recursos.	La topografía del terreno la aprovechamos por los diferentes niveles que presenta, además de integrar la imagen natural al proyecto
Armonizarán con los edificios existentes, respetando el contexto circundante	El diseño y planeación del Museo, se hizo en base a los edificios más cercanos a él
Toda construcción se considerará de riesgo mayor en cuanto a protección contra incendios	El Museo del Agua atiende la seguridad contra incendios conforme lo indica el RCDF, considerándolo de riesgo mayor.



### 5.1 El sitio

El terreno esta ubicado en la Delegación Coyoacán. Esta delegación se ubica al suroeste de la cuenca de México y cubre una superficie de 54.4 kilómetros cuadrados que representan el 3.6% del territorio de la capital del país.

Limita con cinco delegaciones del Distrito Federal, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Iztapalapa, Tlalpan y Xochimilco. (Figura 5.1.1).

Coyoacán es un sitio con una alta concentración de infraestructura cultural y turística que alberga conjuntos tan importantes como el Museo Nacional de las Intervenciones, el Anahuacalli, el Centro Cultural Universitario y el Museo Nacional de la Acuarela.

Dentro de ella también se encuentran las sedes de importantes instituciones educativas de México, como la Universidad Nacional Autónoma de México.

Ciudad Universitaria es el conjunto de edificios y espacios que forman el campus, el cual cuenta con 7.3 kilómetros cuadrados, lo que representa el 13.4 % del territorio de la delegación.

Esta institución alberga recintos culturales muy importantes, los cuales se encuentran distribuidos en diversas zonas:

Campus Central, Investigación Científica, Deportiva, Servicios y Apoyo, Cultural, Administrativa, Exterior, Productos, Reserva Ecológica.

La zona de mayor interés para nuestra tesis es la zona cultural, que se compone de la Sala Nezahualcóyotl, el Teatro Juan Ruiz de Alarcón, el Foro Sor Juana Inés de la Cruz, el Centro Universitario de Teatro, el Museo Universitario Arte Contemporáneo,

el Espacio Escultórico, la Sala Miguel Covarrubias, la pequeña sala de música de cámara Carlos Chávez, las salas de cine José Revueltas y Julio Bracho así como el edificio que alberga la Biblioteca y Hemeroteca nacionales, el Instituto de Investigaciones Bibliográficas y Centro de Estudios sobre la Universidad y la Educación.

También forman parte de ese conjunto de las oficinas de la Coordinación de Difusión Cultural de la UNAM y las del propio centro, al igual que una cafetería y la librería Julio Torri, el Universum, MUAC, Espacio escultórico, Institutos en Investigaciones en Humanidades entre otros.

Universum, que es nuestro análogo principal, forma parte del proyecto cultural de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), esta se encargan de interpretar el trabajo de investigación y enseñanza que realiza la UNAM.

La DGDC es una entidad dependiente de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, encargada de impulsar y fortalecer la investigación científica.



Figura 5.1.1 Delegación Coyoacán y sus limitantes  
Fuente de Imagen: Internet

### 5.1.1 Hitos y sendas

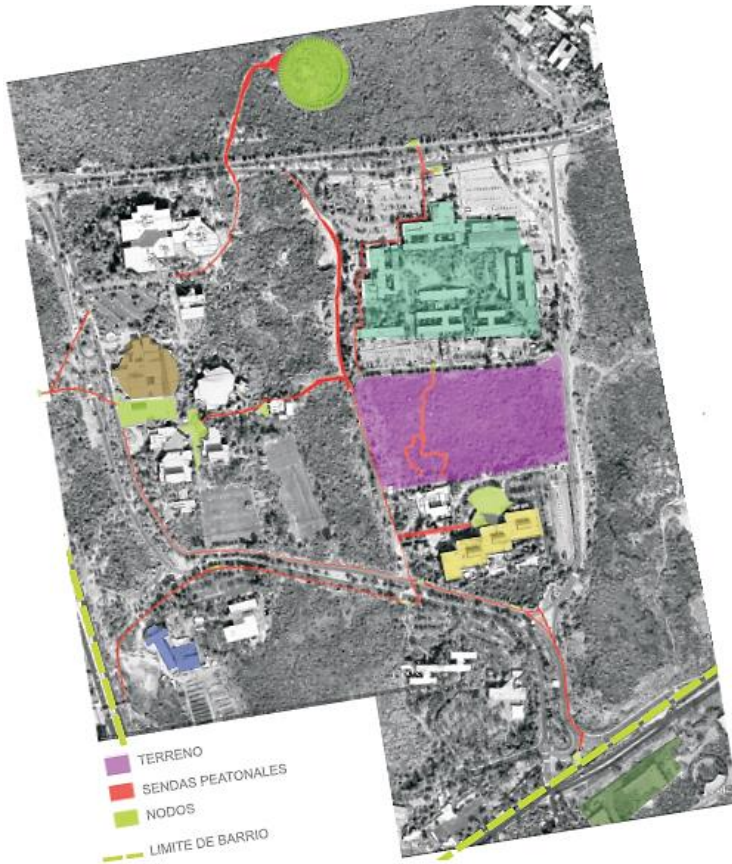


Figura 5.1.1.1 Nuevo Edificio de Economía  
Imagen de elaboración propia



Figura 5.1.1.2 Edificios de Investigaciones en Humanidades  
Imagen de elaboración propia

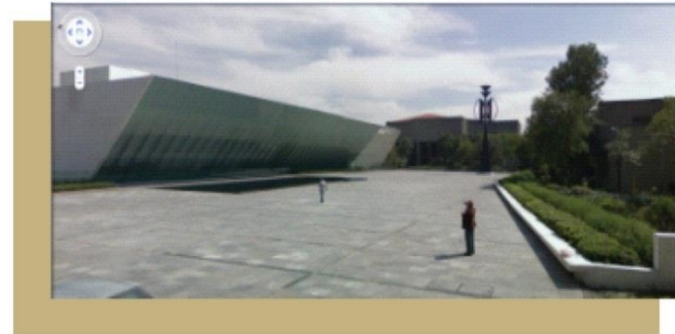


Figura 5.1.1.3 MUAC  
Imagen de elaboración propia

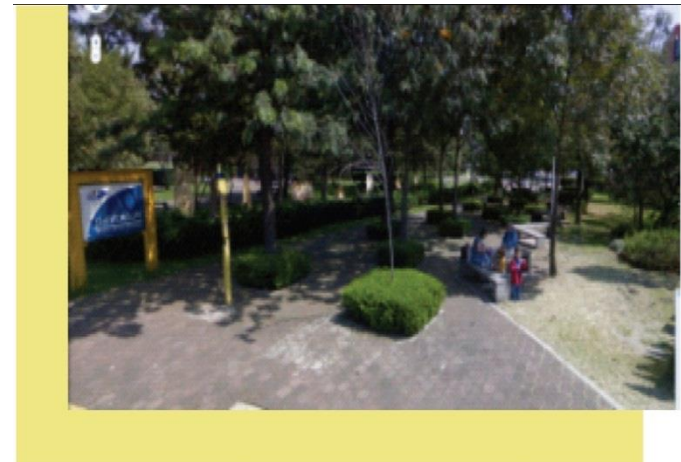


Figura 5.1.1.4 Universum  
Imagen de elaboración propia

El terreno donde proyectaremos el museo, cuenta con una senda ecológica, actualmente está descuidada y sin mantenimiento, por lo que proponemos integrarla al proyecto y sirva como conexión natural al Universum.



Figura 5.1.1.5 Senda Ecológica existente  
Imagen de elaboración propia

### Vialidades

El terreno elegido cuenta con diversas vías de acceso, como son los circuitos interiores: Circuito interior Universitario, Circuito de la Investigación en Humanidades y el Circuito Mario de la Cueva (Figura 5.1.1.6).

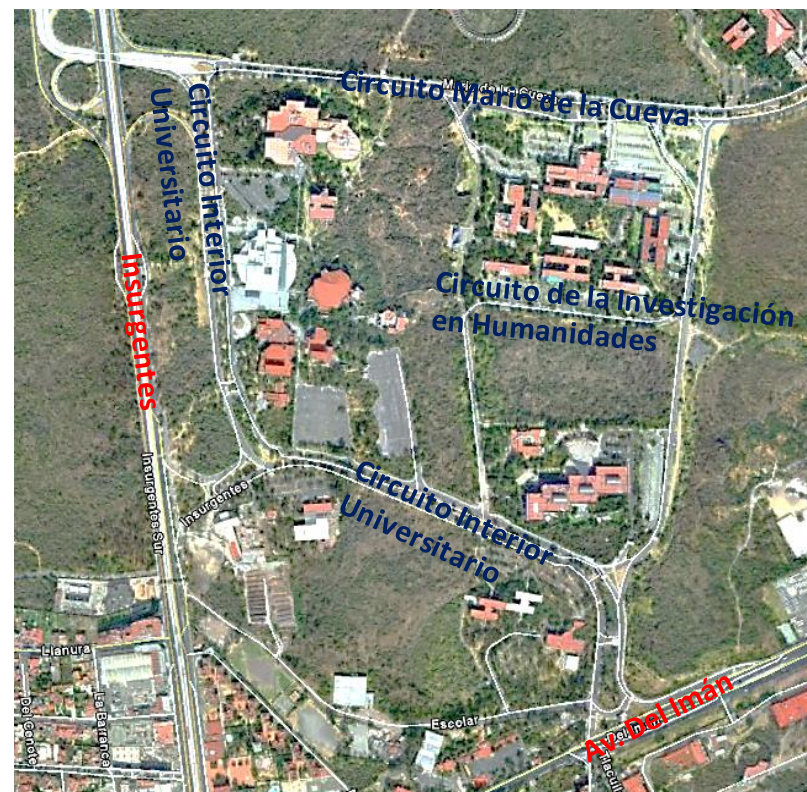


Figura 5.1.1.6 Vialidades principales y secundarias  
Imagen de elaboración propia

### Transporte

El sitio cuenta con la desventaja de estar un tanto aislado lo que dificulta el llegar en transporte público ya que la única forma es tomando la línea marrón (línea 10) o la ruta verde (línea 3) del pumabús (transporte interno).

La línea marrón se toma desde el metrobús C.U y la línea verde se toma desde el metro C.U.

En ambos casos el transporte llega a la parada de Universum.

### 5.1.2 Contexto Físico

#### Ubicación

El terreno está ubicado en el Circuito de la Investigación en Humanidades, Ciudad Universitaria, Colonia Copilco Universidad, Delegación Coyoacán, México, D.F.

Cuenta con una superficie de 55,000 metros cuadrados y es de forma rectangular irregular.



Figura 5.1.2.1 Ubicación del terreno y vistas interiores  
Imagen de elaboración propia, editada de Google Maps



Vista 1



Vista 2



Vista 1



Vista 4

Vista 3



Vista 5

Figura 5.1.2.2 Vistas interiores del terreno  
Imagen de elaboración propia

### 5.1.3 Estructura geográfica

La modalidad geográfica del terreno es de Valle, ubicado geográficamente en Latitud norte: 19°18'48», Longitud este 99°10'50» y su Altitud es de 2308 metros sobre el nivel del mar. La siguiente imagen muestra la poligonal con sus dimensiones y los ángulos del terreno.

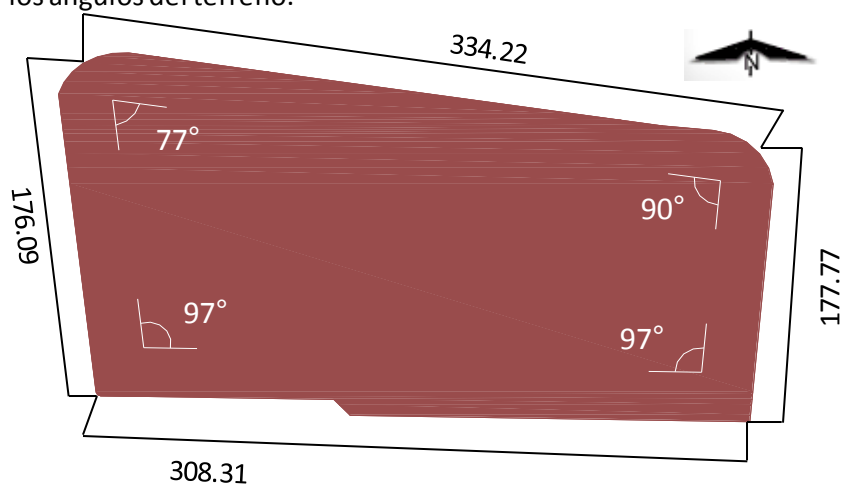


Figura 5.1.3.1 Dimensiones del terreno  
Imagen de elaboración propia

### 5.1.4 Clima

El clima de Coyoacán está comprendido en el grupo de climas templados C(w) el cual indica que es templado subhúmedo con lluvias en verano.

Según las isotermas del Distrito Federal presentado por el INEGI, la temperatura anual promedio es de 17°C y la temperatura promedio en la Delegación es de 15.6°C, la mínima de 9.6°C y la máxima de 23.4°C (Figura 5.1.4.1).

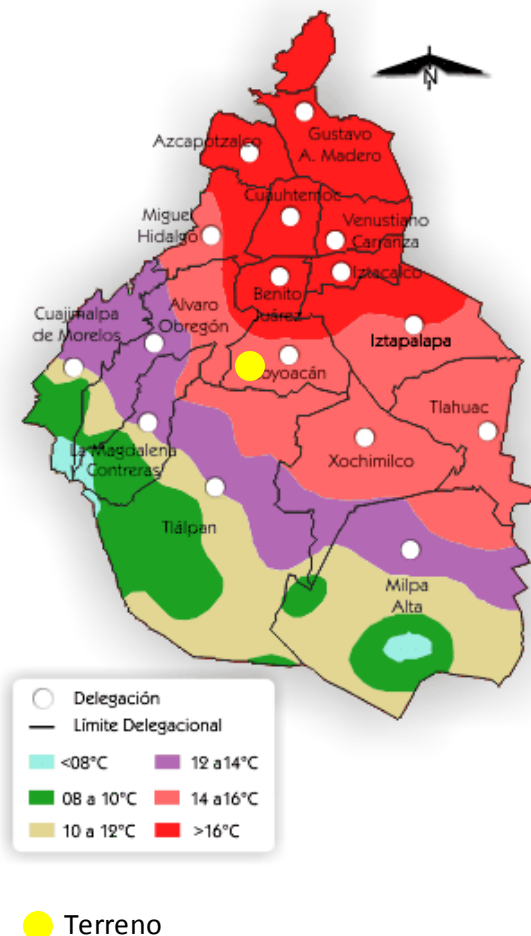


Figura 5.1.4.1 Mapa de la temperatura anual promedio del D.F.  
Fuente de Imagen: Website CONAGUA

De acuerdo con las isoyetas del Distrito Federal presentado por el INEGI, la delegación Coyoacán tiene una precipitación promedio anual de 700 milímetros (Figura 5.1.4.2).

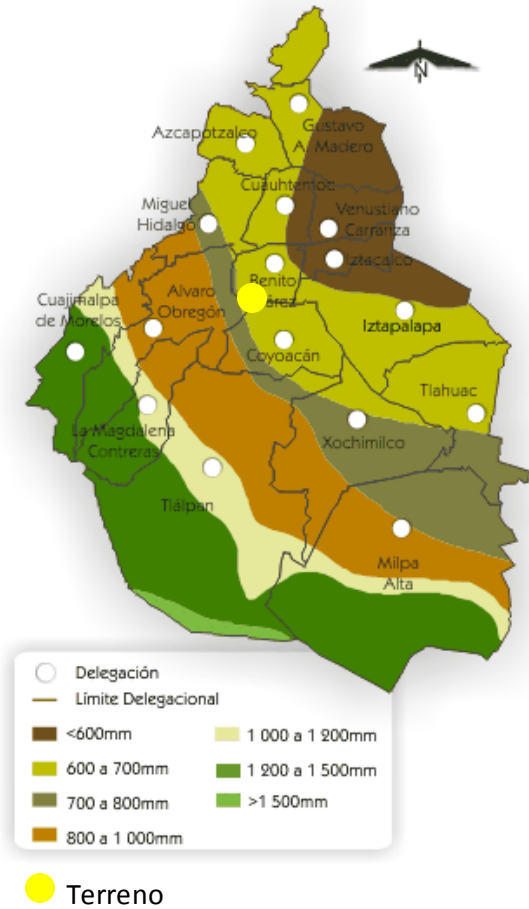


Figura 5.1.4.2 Mapa de la precipitación anual promedio del D.F.  
Fuente de Imagen: Website CONAGUA

*Vientos dominantes*  
Los vientos dominantes pueden variar según la época del año en la Ciudad de México.

En la Figura 5.1.4.3 se muestran los campos de viento promedio para la época seca y de lluvia; se observa que durante la temporada húmeda (verano), el flujo tiene una intensa componente del norte en todo el valle.

Por otro lado, la temporada seca presenta una característica importante: un vórtice (remolino) se forma muy cerca del centro del Distrito Federal, lo cual se debe al efecto conocido como “Isla de Calor”, situación meteorológica generada por el aumento de la temperatura del suelo de tipo urbano.

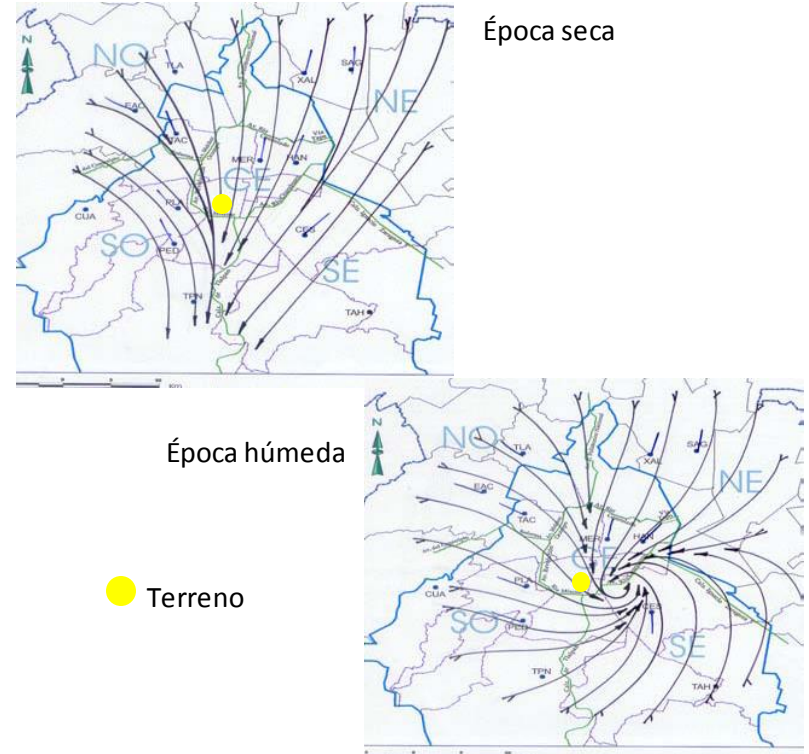


Figura 5.1.4.3 Campos de viento en el Distrito Federal  
Fuente de Imágenes: Website CONAGUA

Para aprovechar los vientos dominantes, orientamos nuestro conjunto hacia el noroeste, ya que en la época seca cuando más calor hace, los vientos ventilarán y enfriarán todos los espacios del Museo del Agua. Y para la época húmeda, donde los vientos se comportan como remolino, se creará un patio interno el cual permitirá el paso de los vientos según de donde vengan.

### Humedad relativa

La etapa de mayor humedad se enmarca dentro de la temporada de lluvias; los promedios mensuales de humedad relativa muestran una diferencia aproximada de 41% entre el mes más húmedo (septiembre) y el mes más seco (marzo), lo cual pone de manifiesto la naturaleza de las masas de aire que afectan a la región centro del país y al Valle de México, de tipo marítimo tropical con alto contenido de humedad en la época de verano y de tipo continental en la época de invierno y primavera. La Figura 5.1.4.4 muestra el comportamiento mensual de la humedad relativa.

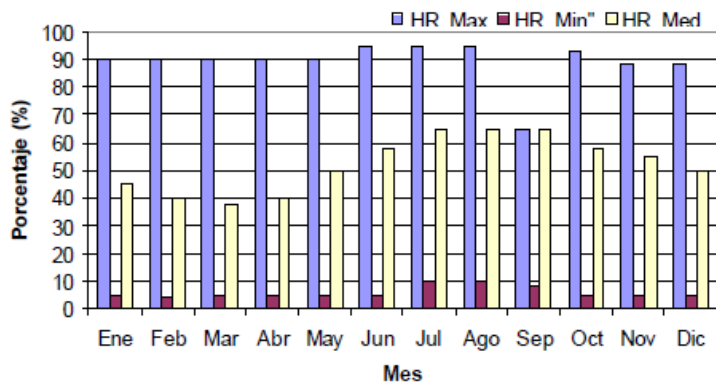


Figura 5.1.4.4 Humedad relativa máxima, media y mínima  
Fuente de Imagen: Website CONAGUA

### Asoleamiento

Este dato es requerido para poderle permitir la entrada a la luz solar en espacios específicos y poder acondicionar el interior naturalmente.

En la Figura 5.1.4.5 se observan los ángulos de asoleamiento según la época del año.

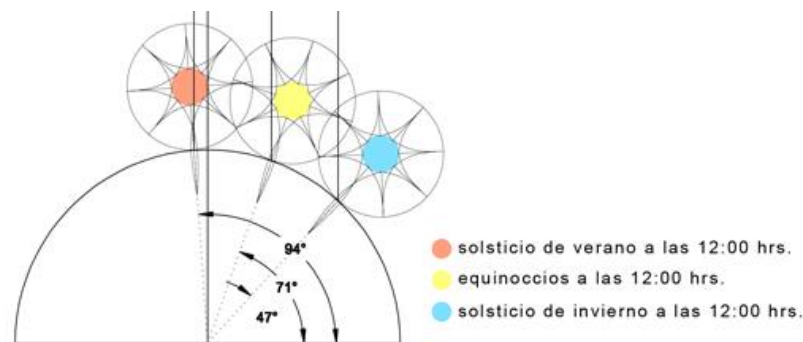


Figura 5.1.4.5 Ángulos de asoleamiento

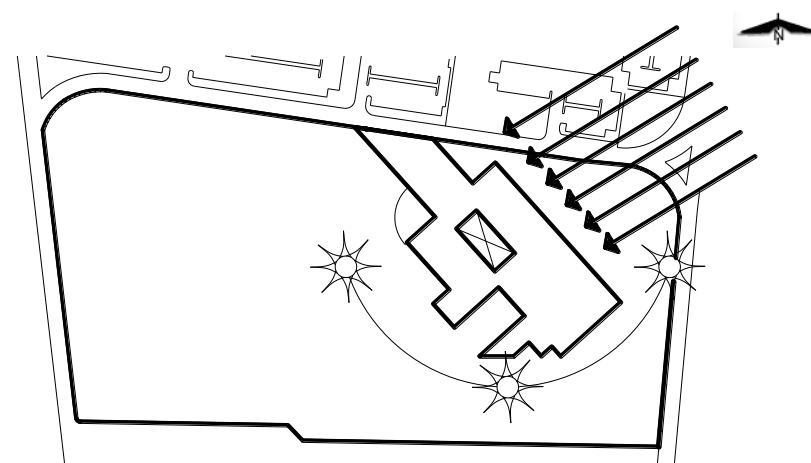


Figura 5.1.4.6 Asoleamiento y vientos dominantes en el sitio  
Imagen de elaboración propia



M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

### 5.1.5 Aspectos geológicos

El terreno supone un suelo característico de la Zona I según la clasificación del RCDF.

Esta zona se describe como lomas formadas por rocas o suelos firmes depositados fuera del ambiente lacustre. Pero en ellas puede encontrarse superficialmente depósitos de arenas sueltas o cohesivas relativamente blandos.

La resistencia del terreno según R.C.D.F en zona I será de 10-12 ton/m<sup>2</sup>, aunque este tipo de terreno, muchas veces en la mecánica de suelos demuestra que soporta hasta 40 ton/m<sup>2</sup>.

La densidad del suelo es de 1600 kg/m<sup>3</sup> que corresponde a un material formado por tierra común con escaso contenido de humedad en estado natural.

#### *Topografía*

La altura promedio dentro de ciudad universitaria es de 2, 250 metros sobre el nivel del mar; presenta dos tipos de suelo: volcánico y de transición. Dentro del tipo de suelo volcánico encontramos suelos de litosol y basalto de olivino; y en la de transición el suelo es primordialmente de femozem.

**Litosol.**-Suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 centímetros, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche.

**Femozem.**- Suelo con superficie oscura, de consistencia suave, rica en materia orgánica y nutrientes.

La ubicación del terreno cuenta con una topografía accidentada, ya que las curvas de nivel van cambiando de una a otra por una diferencia de un metro.

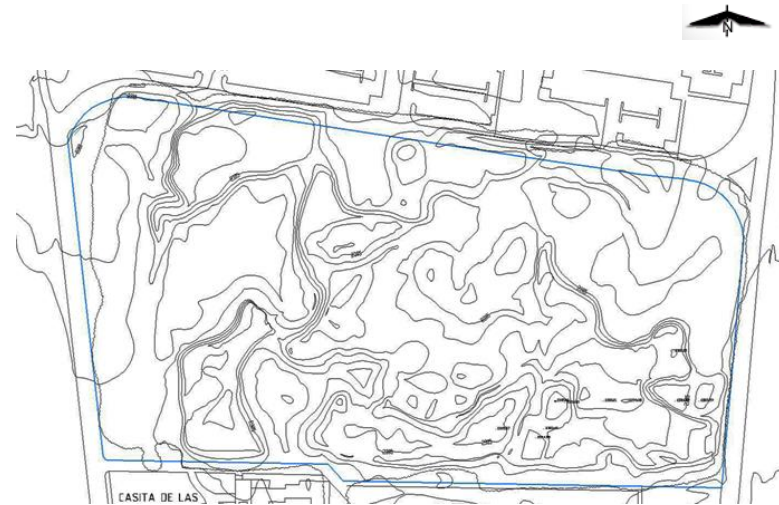


Figura 5.1.5.1 Topografía del terreno elegido  
Fuente de Imagen: D.G.O.C

#### *Vegetación*

De acuerdo con la división florística de México del botánico Jerzy Rzedowski, la flora de esta reserva pertenece a la Provincia de la Altiplanicie de la Región Xerofítica Mexicana del Reino Neotropical, ya que en esta zona de la cuenca la precipitación media anual es inferior a los 700 milímetros.

En esta reserva se han encontrado cerca de 350 especies de plantas, de las cuales aproximadamente una centena de ellas son importantes por su valor medicinal y ornamental.



*Plantilla de vegetación*



Agave



Oreja de burro



Dalia



Tepozan



Palo loco



Flor azul (Gallo)



Helecho



Nopal



Acacia melanoxylon



Acer Neguno



Buddleia cordata



Alnus acuminata



Acacia retinodes



Ficus indica



**M** *Fauna*  
 La diversidad biológica es notable en la fauna: hay 37 especies de mamíferos, entre los que destacan 16 de murciélagos y 16 de roedores. Todavía pueden encontrarse zorrillos, conejos, cacomixtles, tlacuaches y la zorra gris. Existen 106 especies de aves que representan aproximadamente la mitad de las que sobrevuelan la Cuenca de México (de ellas, cuatro son endémicas de nuestro país). Hay tres especies de anfibios asociados a los cuerpos de agua subterráneos y superficiales: una de salamandras y dos de ranas (una endémica). Por lo que se refiere a los reptiles, se han observado tres especies de lagartijas y seis de culebras, así como víboras de cascabel. También se han registrado más de 50 especies de mariposas y arañas.

Y dentro de la fauna nociva están los jicotillos, moscas, mosquitos y ratas.



Murciélagos

Ardillas

Zorrillos



Jicotillos



Ratas



Moscas



Mosquitos



Tlacuaches

Salamandras

Víboras de cascabel

### 5.1.6 Ciclos ecológicos

*Niveles de contaminación.*  
 Debido a que el sitio se encuentra ubicado cerca de la zona de la reserva ecológica del pedregal de San Ángel, en cuestión de contaminación ambiental acústica, está alejado de vías transitadas que podrían emitir ruido al interior del terreno y visual, el sitio está rodeado por un área de conservación del ecosistema que provee un ambiente y paisaje natural al visitante. La vulnerabilidad que se tiene en la zona de estudio del terreno es indudablemente la existencia de cavidades (cavernas), además de algunas fallas.

La problemática más importante que produce el deterioro ambiental se relaciona con la contaminación atmosférica y es generada por actividades humanas como la industria, también por factores naturales como erosión e incendios forestales.

En la siguiente imagen se muestran los niveles IMECA por zona, los cuales nos van a indicar la calidad del aire en el sitio del proyecto.



Figura 5.1.6.1 Índice de la calidad del aire (IMECA) siendo regular en el sitio del proyecto.

Fuente de Imágenes: Website IMECA

De acuerdo con el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca) cuando los contaminantes se encuentran en el rango de 51 a 100 unidades, las condiciones ambientales son regulares para realizar actividades al aire libre.

Estos contaminantes son la concentración de ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono.

#### *Ciclos de regeneración ambiental*

En el valle de México existen varias propuestas de regeneración ambiental, ocupando diversas metodologías de estudio, planes y programas de protección ambiental.

Algunos de estos programas son:

- Programa de vehículos contaminantes y unidades sin verificar
- Programa de retribución por servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias.
- Construcción de cisternas de almacenamiento general de agua potable y agua tratada para los servicios de irrigación para áreas verdes y distribución de agua potable para albergues del zoológico de Aragón.
- Efecto verde, creación de azoteas verdes para cubrir la mancha de concreto de una ciudad entera.

El Museo del Agua pretende entrar en el programa de efecto verde, cubriendo el mayor porcentaje de sus azoteas con vegetación para mejorar las condiciones ambientales tanto externas como internas, así como recolectando el agua pluvial para el re-uso de la misma e induciendo una planta de tratamiento de agua, recidando las aguas negras y grises para reutilizarlas como agua de riego.

5.1.7 Equipamiento urbano



-  TERRENO
-  LÍMITE DE CIUDAD UNIVERSITARIA
-  RESERVA ECOLÓGICA
-  INSTALACIONES NO RELACIONADAS CON CIUDAD UNIVERSITARIA
-  AMORTIGUAMIENTO

### 5.1.8 Infraestructura

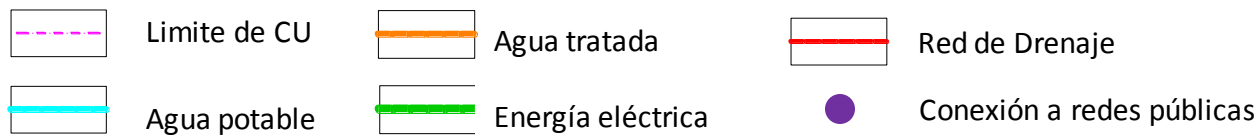
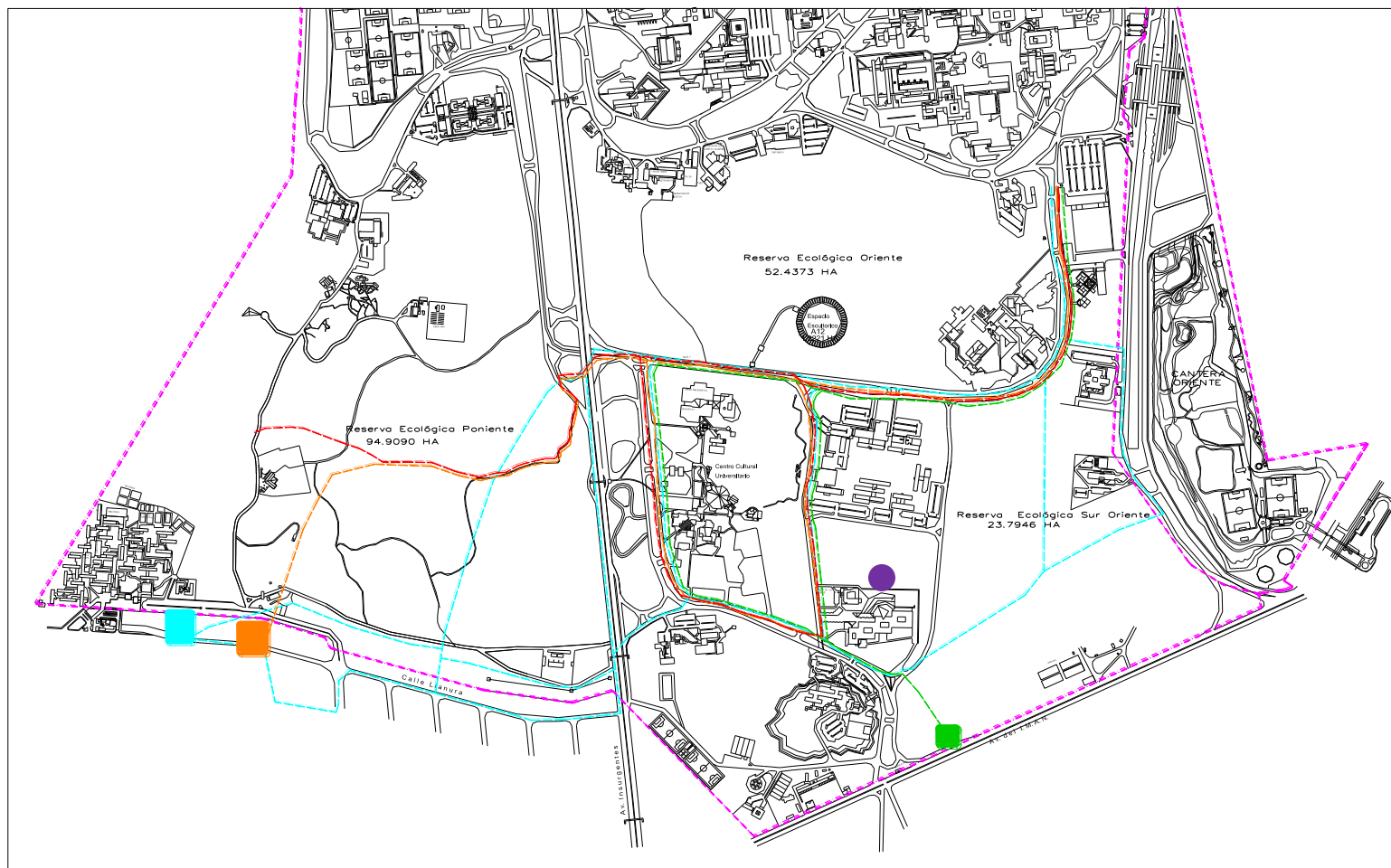


Imagen de elaboración propia, editada de Google Maps



## 5.2 Programa Arquitectónico

M

### 1. Zona de Gobierno y Administración

U

S

E

O

D

E

L

A

G

U

A

Local	No. de locales	No. de usuarios	Mobiliario y Equipo	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Características espaciales
1.1 Dirección General	1	5	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 mesa, 4 sillas, 1 archivero, 1 librero, 1 sillón	30	3	90	Con vista al conjunto arquitectónico y a las demás oficinas, iluminación y ventilación natural, con vista al exterior.
1.2 Subdirección administrativa	1	3	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 archivero, 1 librero	28	3	84	Ubicada cerca del acceso y de fácil acceso, iluminación y ventilación natural, con vista al exterior
1.3 Subdirección de exposiciones	1	3	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 librero	28	3	84	De fácil acceso a las salas iluminación y ventilación natural, con vista al exterior
1.4 Coordinación de difusión y promoción	1	3	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 archivero, 1 librero	24	3	72	Cerca de la subdirección de exposiciones iluminación y ventilación natural, con vista al exterior.
1.5 Renta de espacios para exposiciones	1	3	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 archivero, 1 librero	24	3	72	Cerca de los dos puntos anteriores, iluminación y ventilación natural, con vista al exterior.

<b>1. Zona de Gobierno y Administración</b>								<b>M</b>
<b>Local</b>	<b>No. de locales</b>	<b>No. de usuarios</b>	<b>Mobiliario y Equipo</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Características espaciales</b>	<b>U</b>
1.6 Coordinación de atención al visitante	1	3	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 archivero, 1 librero	24	3	72	Cerca del acceso, con vista al exterior	<b>S</b>
1.7 Coordinación de mantenimiento	1	1	1 escritorio, 1 silla con descansa-brazos, 2 sillas secretariales, 1 archivero, 1 librero	20	3	60	De fácil acceso a bodegas y almacenes	<b>O</b>
1.8 Sala de juntas	1	10	1 mesa de juntas, 10 sillas con descansa-brazos, 1 librero, 4 estantes	30	3	90	Cerca del acceso y de la sala de espera, con vista a las oficinas	<b>D</b>
1.9 Sala de espera	1	10	2 sillones, 1 mesa de centro, 1 revistero	30	3	90	Junto a los sanitarios y a la sala de juntas, cerca del acceso	<b>E</b>
1.10 Secretariado	6	1	1 escritorio, 3 sillas secretariales, 1 credenza, 1 archivero	7	3	21	Cada oficina contará con un área de secretariado	<b>L</b>
1.11 Sanitarios hombres	1	2	1 excusado, 1 mingitorio, 1 lavabo	10	3	30		<b>A</b>
1.12 Sanitarios mujeres	1	2	1 excusado, 1 lavabo	10	3	30		<b>G</b>
<b>Total Zona 1</b>				<b>300</b>				<b>U</b>



**M**

**2. Zona de exposiciones, actividades básicas o fisonómicas**

**U**

<b>Local</b>	<b>No. de locales</b>	<b>No. de usuarios</b>	<b>Mobiliario y Equipo</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Características espaciales</b>
--------------	-----------------------	------------------------	----------------------------	------------------	-------------------	---------------------	-----------------------------------

**S**

2.1 Salas de exposiciones permanentes	4	1600	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	3900	5	19,500	Iluminación y ventilación natural, con vista al exterior, con conexión directa al vestíbulo
---------------------------------------	---	------	--	------	---	--------	---

**E**

**O**

2.1.1 “El Origen de la Vida en el Agua”	1	400	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	1300	5	6500	
---	---	-----	--	------	---	------	--

**D**

2.1.2 “El Agua y el Sistema Planetario”	1	400	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	750	5	3,750	
---	---	-----	--	-----	---	-------	--

**E**

2.1.3 “El Agua la Industria y el Campo”	1	400	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	500	5	2,500	
---	---	-----	--	-----	---	-------	--

**L**

**A**

2.1.4 “El Agua y la Sustentabilidad”	1	400	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	500	5	2.500	
--------------------------------------	---	-----	--	-----	---	-------	--

**G**

2.2 Sala de exposiciones temporales	1	420	Mamparas, luminaria, computadoras, pantallas	840	5	4,200	
-------------------------------------	---	-----	--	-----	---	-------	--

**U**

2.3 Talleres Museográficos	1	10	2 mesas de trabajo, 4 estantes, 10 sillas	135	4	540	Amplio, cerca del acceso empleados y del área de carga y descarga
----------------------------	---	----	---	-----	---	-----	---

**A**



## 2. Zona de exposiciones, actividades básicas o fisonómicas

Local	No. de locales	No. de usuarios	Mobiliario y Equipo	Área (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)	Características espaciales	MUSEO DEL AGUA
2.4 Vestíbulo	1	250	9 bancas	450	5	2,250	Conexión directa a todas las salas de exposiciones, con vista al exterior	
2.5 Sanitarios hombres	1	5	3 excusados, 2 mingitorios, 4 lavabos	70	3	210	Cuenta con un vestíbulo y un área de aseo	
2.6 Sanitarios mujeres	1	5	5 excusados, 4 lavabos	70	3	210		
2.7 Vestíbulo general	1	900	Mamparas	1,800	5	9,000	Amplio, iluminación natural y artificial, ventilación natural, juego de claroscuros, conexión directa a todos los espacios del Museo del Agua	
2.8 Recepción	1	75		150	3	450	Ubicado en el acceso, junto a taquillas	
2.9 Taquillas	1	7	1 mesa, 7 sillas secretariales, 2 archiveros	50	3	150	Que el usuario no lo tenga que buscar, ubicado en el vestíbulo general, con vista al interior y al exterior	
2.10 Lockers	1	50	50 lockers	45	3	135	Ubicado cerca del acceso	
<b>Total Zona 2</b>				<b>10,560</b>				



M

### 3. Zonas Complementarias

U

S

E

O

D

E

L

A

G

U

A

Local	No. de locales	No. de usuarios	Mobiliario y Equipo	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Características espaciales
3.1 Auditorio	1	200	200 butacas, 1 pantalla, 1 cabina de audio	300	5	1,500	Ubicada como remate de las salas de exposiciones, iluminación y ventilación natural, con salida de emergencia y entrada privada
3.2 Sala introductoria	1	50	50 butacas, 1 pantalla, equipo de proyección	125	5	526	Localizada cerca del acceso general y acceso a las salas
3.3 Ludoteca	1	25	8 Juegos infantiles, 3 estantes, 8 mesas, 15 bancos, 4 sillones,	380	5	1,900	Iluminación y ventilación natural, espacios transparentes, ubicado cerca del sanitario y de fácil acceso
3.1.1 Sanitarios hombres	1	5	3 excusados, 2 mingitorios, 4 lavabos,	70	3	210	Buena ventilación natural
3.1.2 Sanitarios mujeres	1	5	5 excusados, 4 lavabos,	70	3	210	
3.4 Cafetería	1	100	Área de caja, área de comensales, cocina	500	5	2,500	Con vista al exterior, ambiente natural, conexión indirecta con los demás espacios

<b>3. Zonas complementarias</b>								<b>M</b>
<b>Local</b>	<b>No. de locales</b>	<b>No. de usuarios</b>	<b>Mobiliario y Equipo</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Características espaciales</b>	<b>U</b>
3.4.1 Caja	1	3	1 caja registradora, 2 sillas, 2 estantes	15	5	75		<b>S</b>
3.4.2 Comensales	1	25	25mesas, 100 sillas, 4 sillones	450	5	2,250	Con vista a la azotea verde, de fácil acceso y circulación	<b>E</b>
3.4.3 Cocina	1	7	2 estufas, 2 refrigeradores, 2 tarjas, vajilla para 100 comensales, 1 almacén	35	5	175	Ventilación natural, ubicada cerca del área de comensales	<b>O</b>
3.5 Sanitarios hombres	1	10	3 excusados, 2 mingitorios, 4 lavabos,	70	3	210	Buena ventilación natural	<b>D</b>
3.6 Sanitarios mujeres	1		5 excusados, 4 lavabos,	70	3	210		<b>E</b>
3.7 Tienda	1	25	10 estantes, 8 mesas de trabajo, 8 sillas	300	5	1,500	Ubicada cerca de la salida del Museo y del vestíbulo, iluminación y ventilación natural, con vista al exterior	<b>L</b>
3.7.1 Caja	1	3	1 caja registradora, 2 sillas, 2 estantes	15	5	75		<b>A</b>
3.7.2 Bodega	1	3	1 almacén	20	4	80		<b>G</b>
<b>Total Zona 3</b>				<b>2,420</b>				<b>U</b>



**M**

**4. Zona de servicios generales**

**U**

**S**

**E**

**O**

**D**

**E**

**L**

**A**

**G**

**U**

**A**

Local	No. de locales	No. de usuarios	Mobiliario y Equipo	Área (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)	Características espaciales
4.1 Vigilancia/ CCTV	2	4	1 mesa de trabajo, 4 sillas, 1 estante	90	4	360	Ubicado cerca del acceso y cerca de las salas de exposición
4.1.1 Baño/Vestidor hombres	1	1	1 excusado, 1 lavabo, 1 regadera	14	3	42	Buena ventilación natural
4.1.2 Baño/Vestidor mujeres	1	1	1 excusado, 1 lavabo, 1 regadera	14	3	42	
4.2 Oficina de control	1	3	1 escritorio, 3 sillas, 2 sillones	30	4	120	Ubicada cerca del área de carga y descarga
4.3 Taller Mantenimiento	1	4	1 mesas, 4 sillas, 1 estante	150	4	600	Espacio oculto pero con acceso directo a los demás espacios para fácil aseo
4.4 Bodega general	1	5	Estantes	70	4	280	
4.5 Bodega para las salas	1	5	Estantes	65	5	325	Amplias, ubicadas cerca del área de exposiciones
4.6 Cuarto de máquinas	1	2	Equipo de bombeo, tableros	200	5	1,000	Ubicada en sótano, lejos del área de exposiciones debido a la contaminación por ruido

<b>4. Zona de servicios generales</b>								<b>M</b>
<b>Local</b>	<b>No. de locales</b>	<b>No. de usuarios</b>	<b>Mobiliario y Equipo</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Características espaciales</b>	<b>U</b>
4.7 Subestación eléctrica	1	2	1 subestación, tableros				Ubicado en sótano, cerca de la acometida	<b>S</b>
4.8 Patio Maniobras	1	5		500	5	2500	De fácil acceso, oculta a la vista del usuario	<b>E</b>
4.9 Cuarto de basura	1	4	3 contenedores Capacidad 770 litros	20	4	80	De fácil acceso, oculta a la vista del usuario	<b>O</b>
4.10 Área de carga y descarga	1	6	-	300	5	1,500	De fácil acceso, espacio despejado, sin obstáculos	<b>D</b>
4.11 Montacargas	1	5	Montacargas	110	4	440	Ubicada cerca del taller de mantenimiento	<b>E</b>
4.12 Estacionamiento	2	470	470 cajones, señalamientos, topes, 10 areneros	10,000	5	50,000	Conexión directa al Museo del Agua, dos niveles	<b>L</b>
4.13 Baño / vestidor hombres	1	5	2 excusados, 1 mingitorio, 2 regaderas, 4 lavabos	83	3	249	Espacio conectado con el área de trabajo. Buena ventilación	<b>A</b>
4.14 Baño / vestidor mujeres	1	5	3 excusados, 2 regaderas, 4 lavabos	83	3	249		<b>G</b>
<b>Total Zona 4</b>				<b>11,730</b>				<b>U</b>



M

U

**5. Zona de actividades al aire libre**

S

E

O

D

E

L

A

G

U

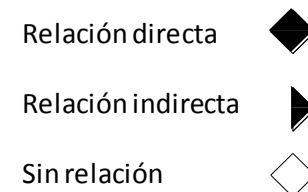
A

Local	No. de locales	No. de usuarios	Mobiliario y Equipo	Área (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)	Características espaciales
5.1 Exposiciones al aire libre	2	300	Mamparas	600			Con vista a todo el conjunto
5.2 Azotea verde	1	1600	-	5,000			Espacio delimitado para el peatón
5.3 Terrazas	2	300	-	600			
5.4 Plazas	2	500	-	1,000			
5.5 Patio	1	325	-	650			
5.6 Circulaciones		500	-	1,000			
<b>Total Zona 5</b>				<b>8,850</b>			
<b>Total de metros cuadrados construidos</b>				<b>32,910</b>			



### 5.3 Matriz de interrelaciones

Clave	Componentes
1	Zona 1, Gobierno y Administración
1.1	Oficinas Administrativas
1.2	Sala de juntas
1.3	Sala de espera
1.4	Secretariado
2	Zona 2, Exposiciones, actividades básicas o fisonómicas
2.1	Salas de exposiciones permanentes
2.2	Sala de exposiciones temporales
2.3	Talleres Museográficos
2.4	Vestíbulo salas
2.5	Vestíbulo general
3	Zona 3, Espacios Complementarios
3.1	Auditorio
3.2	Sala Introdutoria
3.3	Ludoteca
3.4	Cafetería
3.5	Tienda
4	Zona 4, Servicios Generales
4.1	Vigilancia/CCTV
4.2	Oficina de control
4.3	Taller de mantenimiento
4.4	Montacargas
4.5	Bodegas
4.6	Anden carga y descarga
4.7	Estacionamiento
5	Zona 5, Actividades al aire libre



M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A



M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

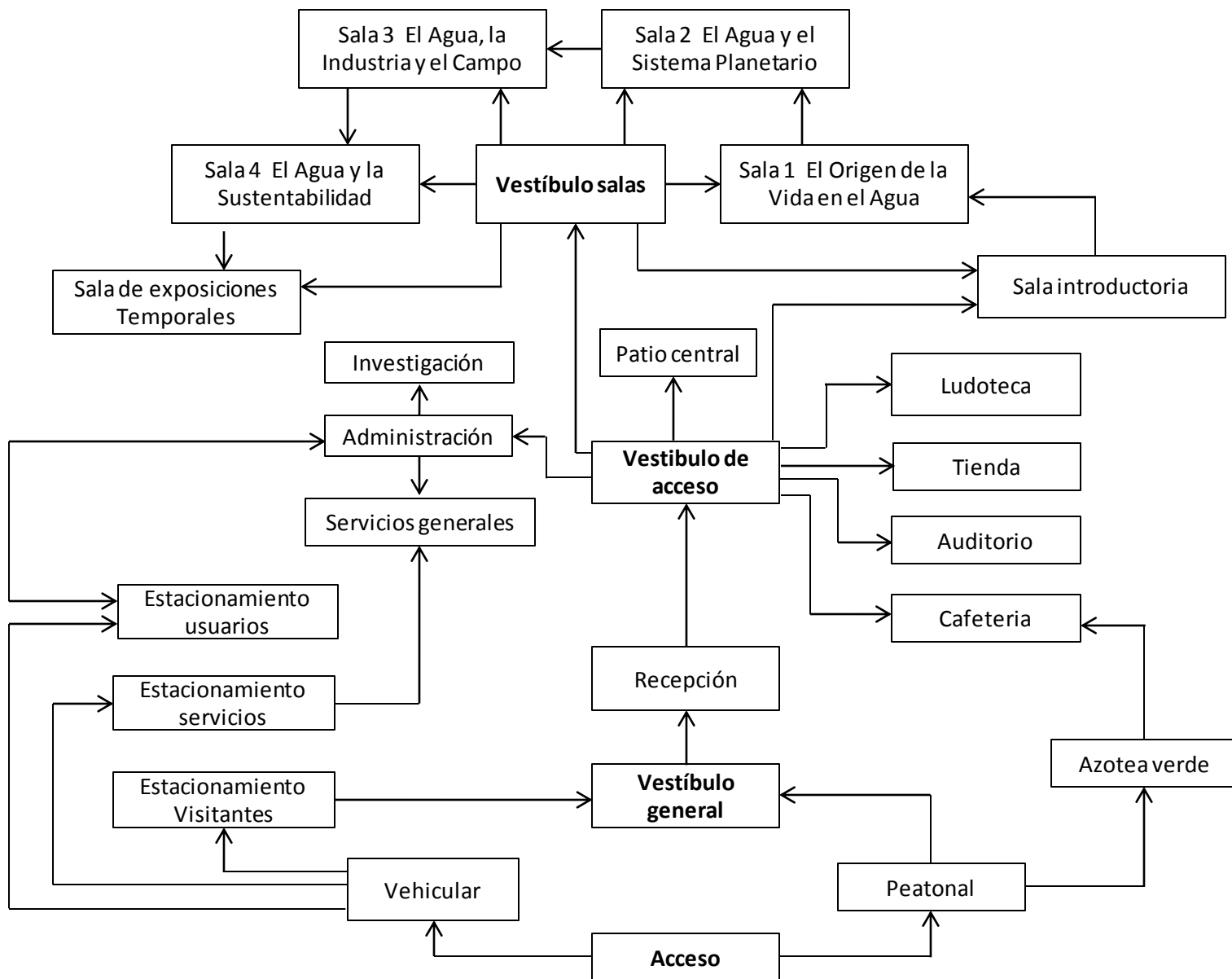
### 5.4 Matriz de zonificación

Z1. Zona privada  
Z2. Zona intermedia  
Z3. Zona pública

Clave	Componentes	Z1	Z2	Z3
<b>1</b>	Zona 1, Gobierno y Administración		X	
<b>1.1</b>	Oficinas Administrativas		X	
<b>1.2</b>	Sala de juntas	X		
<b>1.3</b>	Sala de espera		X	
<b>1.4</b>	Secretariado		X	
<b>2</b>	Zona 2, Exposiciones, actividades básicas o fisonómicas			X
<b>2.1</b>	Salas de exposiciones permanentes			X
<b>2.2</b>	Sala de exposiciones temporales			X
<b>2.3</b>	Talleres Museográficos	X		
<b>2.4</b>	Vestíbulo salas			X
<b>2.5</b>	Vestíbulo general			X
<b>3</b>	Zona 3, Espacios Complementarios			X
<b>3.1</b>	Auditorio			X
<b>3.2</b>	Sala Introdutoria			X
<b>3.3</b>	Ludoteca			X
<b>3.4</b>	Cafetería			X
<b>3.5</b>	Tienda			X
<b>4</b>	Zona 4, Servicios Generales	X		
<b>4.1</b>	Vigilancia/CCTV	X		
<b>4.2</b>	Oficina de control	X		
<b>4.3</b>	Taller de mantenimiento	X		
<b>4.4</b>	Montacargas	X		
<b>4.5</b>	Bodegas	X		
<b>4.6</b>	Anden carga y descarga		X	
<b>4.7</b>	Estacionamiento			X
<b>5</b>	Zona 5, Actividades al aire libre			X



## 5.5 Diagrama de funcionamiento general

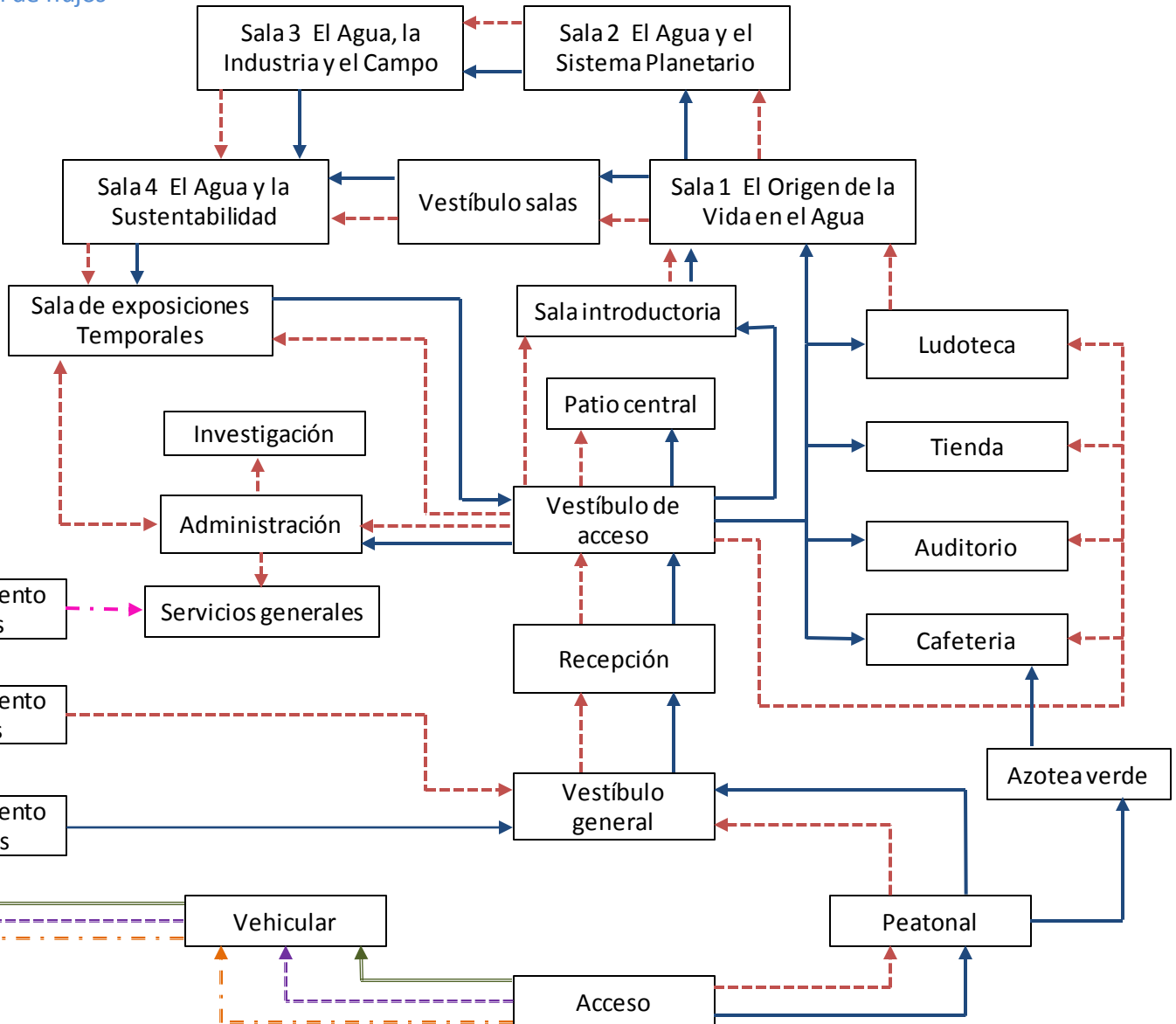




## M 5.6 Diagrama general de flujos

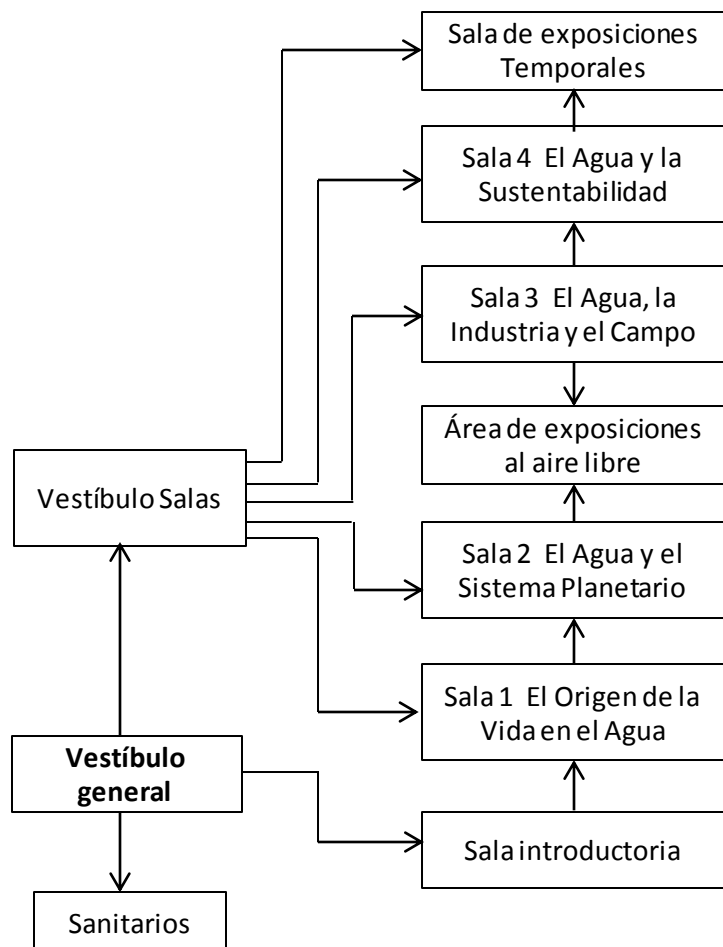
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

- Visitantes
  - Peatonal
  - Vehicular
- Empleados
  - Peatonal
  - Vehicular
- Servicios
  - Peatonal
  - Vehicular

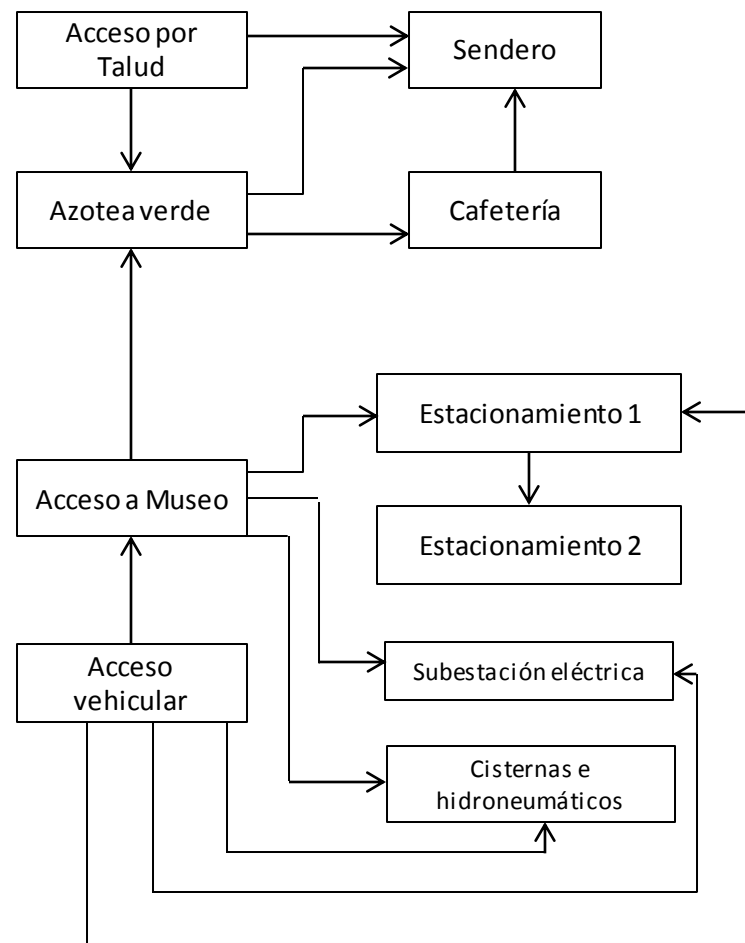


## 5.7 Diagramas de funcionamiento particulares

### 5.7.1 Salas de Exposiciones



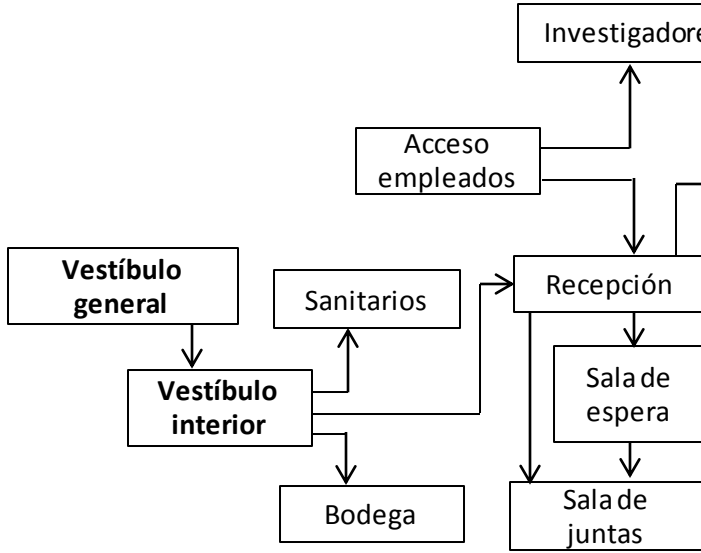
### 5.7.2 Accesos / Azotea Verde



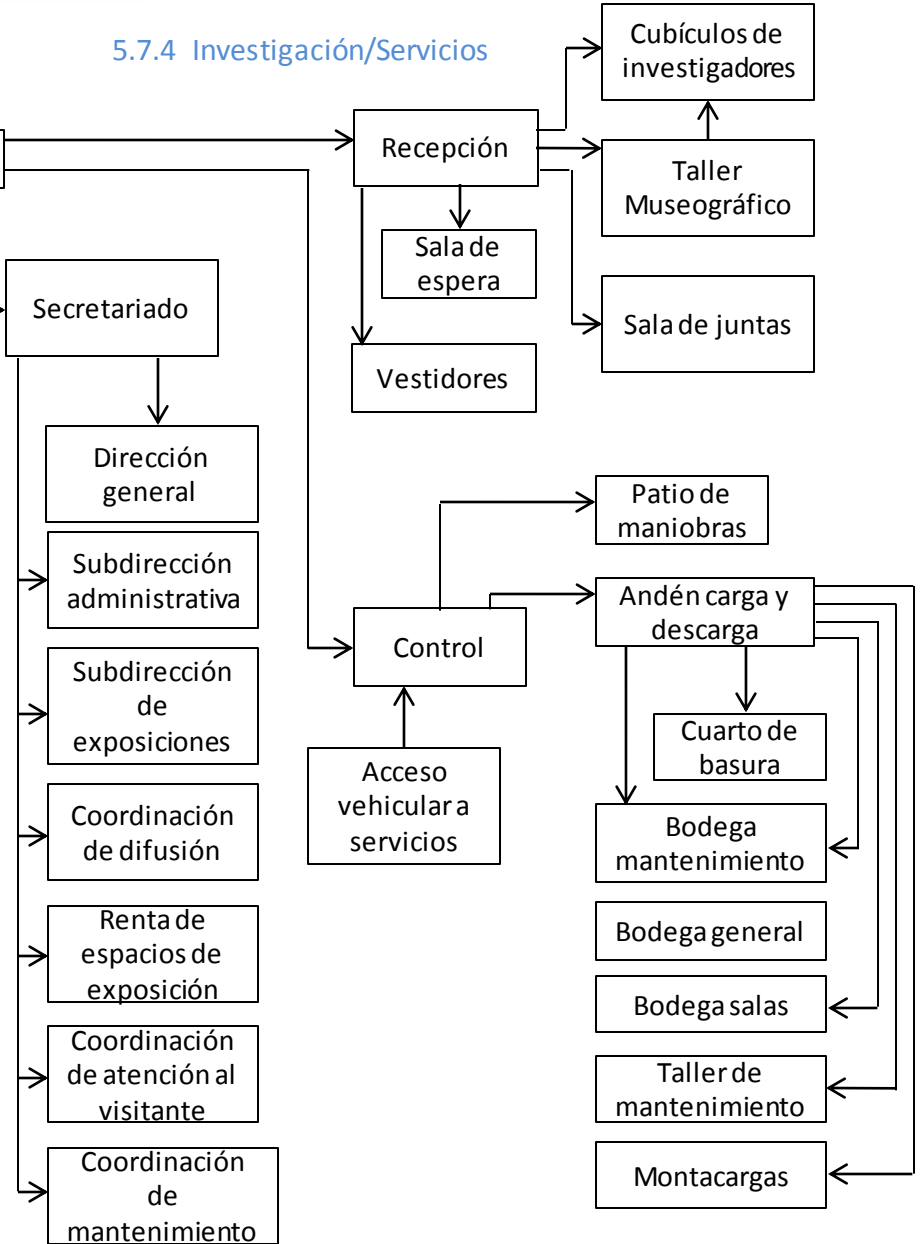


M 5.7.3 Administración

U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A



5.7.4 Investigación/Servicios



## 5.8 Zonificación General

El Museo del Agua tiene dos accesos para visitantes, el principal formado por una plaza rectangular que te va introduciendo al mismo con exposiciones al aire libre, esta te conduce directamente al acceso, taquillas y lockers.

El segundo viene del estacionamiento por medio de circulaciones verticales, conectando con el vestíbulo principal, en el cual también se exponen temas introductorios del Museo.

El proyecto cuenta con dos taludes, los cuales te llevan al sendero de la azotea verde; en este nivel esta ubicada la cafetería, la cual tiene vista hacia todo el conjunto.

El vestíbulo principal, permite distribuir los diferentes espacios que conforman la planta de acceso, tales como Salas de Exposiciones, Auditorio, Ludoteca, Tienda, Sanitarios, Vigilancia y Administración. Esta última cuenta con acceso privado de empleados y una salida de emergencia hacia el vestíbulo principal.

El área de Investigación, Talleres, Bodegas y Servicios Generales, están ubicados en el sótano, con un acceso vehicular al patio de carga y descarga. Al mismo tiempo los investigadores están conectados con la administración por medio de circulaciones verticales.

El Estacionamiento es un espacio apartado del conjunto, solo se conecta al Museo por medio de circulaciones verticales. Este está integrado por dos niveles con una capacidad de 470 autos y 10 autobuses.

El conjunto arquitectónico respeta el nivel más bajo (-7.00 metros) para que el edificio se desplante desde ese nivel y el usuario observe no un macizo, si no, logre ver la azotea verde que se fusiona con el contexto de la reserva del pedregal.

Conforme el usuario vaya avanzando, se aprecian grandes plazas de acceso (Plaza principal y taludes) que lo introducen al Museo del Agua, ya sea por el sendero, logrando apreciar todo el conjunto, o iniciando su recorrido por el acceso principal.

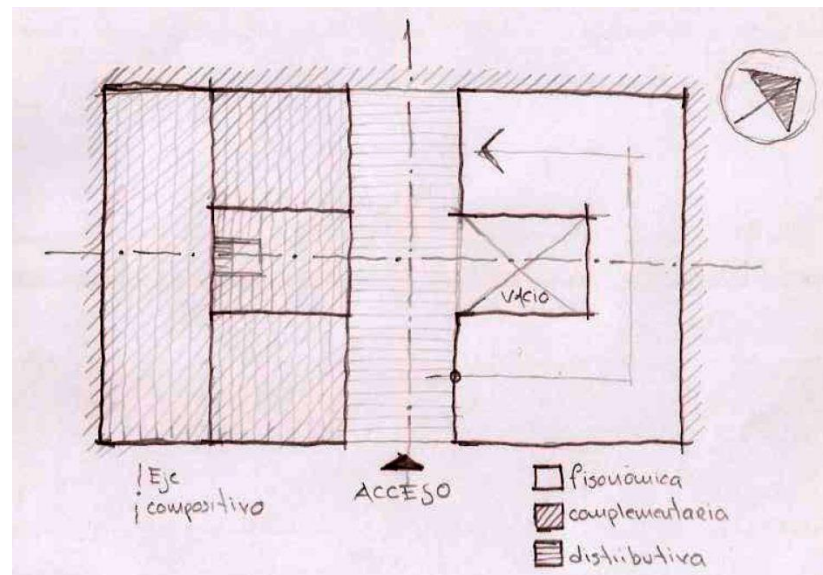


Figura 5.8.1 Zonificación General del Museo del Agua  
Imagen de elaboración propia,



Número	Clave	Tipo de plano
01	A-001	Planta de conjunto
02	A-002	Planta Arquitectónica baja
03	A-003	Planta Arquitectónica sótano
04	A-004	Plano Arquitectónico estacionamiento
05	A-005	Cortes Arquitectónicos
06	E-001	Plano Estructural, Planta baja y Cafetería
07	E-002	Plano Estructural, Planta sótano y detalles estructurales
08	E-003	Plano de detalles estructurales
09	C-001	Plano de Cimentación, Planta baja
10	C-002	Plano de Cimentación, Planta Sótano y detalles constructivos
11	E1-001	Plano Estructural y detalles estructurales de estacionamiento
12	C1-001	Plano de Cimentación y detalles constructivos estacionamiento
13	CF-001	Corte por fachada
14	IH-001	Instalación Hidráulica, Planta sótano
15	IH-002	Instalación Hidráulica, Planta baja
16	IH-003	Detalles de Instalación Hidráulica
17	IH-004	Instalación Pluvial, Planta azotea
18	IH-005	Instalación Pluvial, Planta sótano

M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A



M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

Número	Clave	Tipo de plano
19	IS-001	Instalación Sanitaria, Planta sótano
20	IS-002	Instalación Sanitaria, Planta baja
21	IS-003	Detalles de Instalación Sanitaria
22	IE-001	Instalación Eléctrica, Cuarto eléctrico
23	IE-002	Instalación Eléctrica, Planta baja
24	IE-003	Instalación Eléctrica, Planta sótano y detalles
25	IP-001	Instalación de Circuito Cerrado de Televisión, Planta baja
26	IP-002	Instalación de Circuito Cerrado de Televisión, Planta sótano
27	IP-003	Instalación Contra Incendio, Planta baja
28	IP-004	Instalación Contra Incendio, Planta sótano
29	IP-005	Detalle de Elevador
30	AC-001	Plano de Acabados, Planta baja
31	AC-002	Plano de Acabados, Planta sótano
32	AC-003	Lista de acabados

## 6.1 Imágenes del Museo del Agua

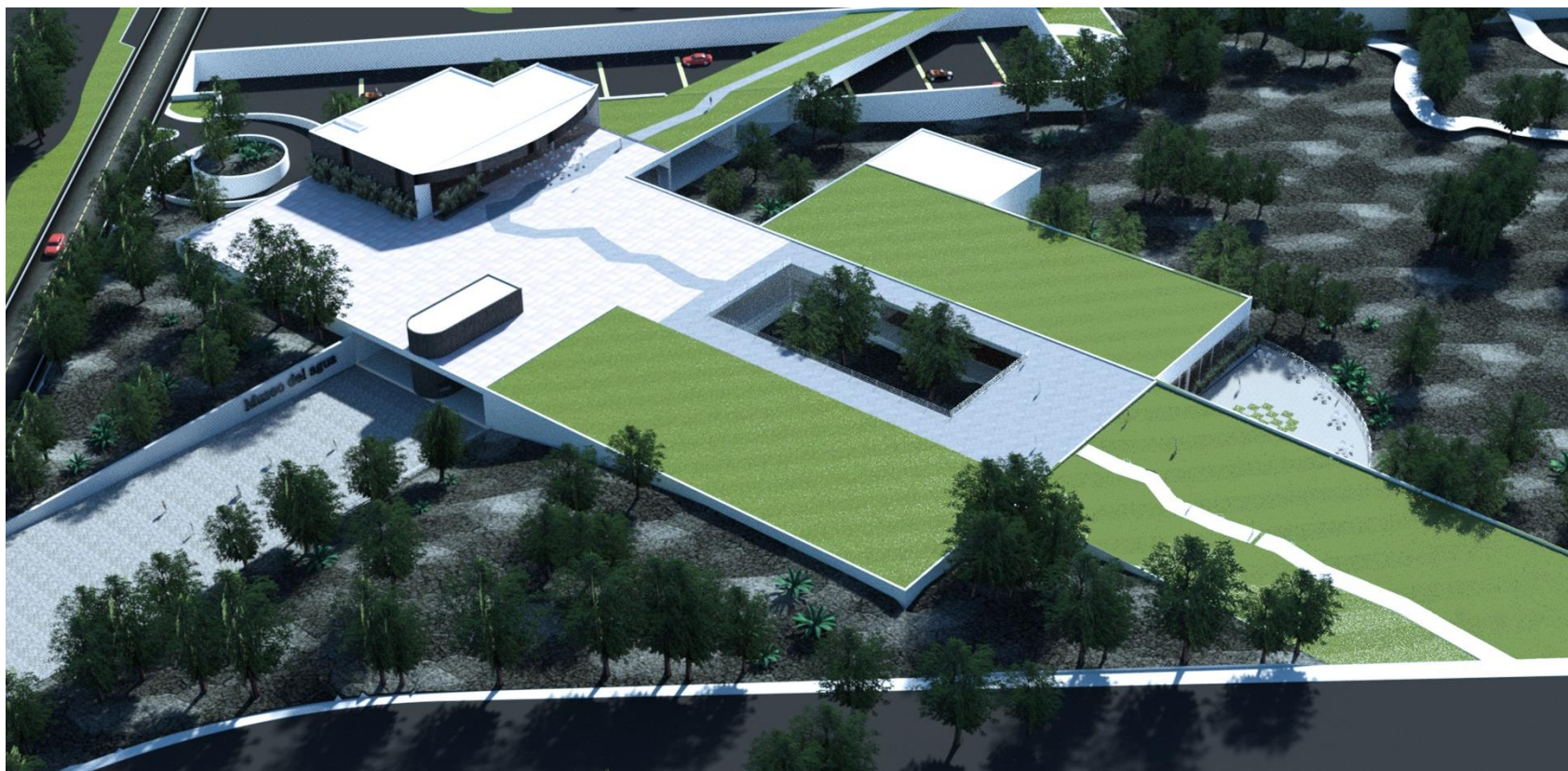


Figura 6.1.1 Vista poniente del conjunto arquitectónico “Museo del Agua”  
Imagen de elaboración propia





Figura 6.1.2 Vista norte del conjunto arquitectónico “Museo del Agua”  
Imagen de elaboración propia



Figura 6.1.3 Vista sur del conjunto arquitectónico “Museo del Agua”  
Imagen de elaboración propia

M

U

S

E

O

D

E

L

A

G

U

A



Figura 6.1.4 Vista del acceso principal al “Museo del Agua”  
Imagen de elaboración propia



Figura 6.1.5 Vista del estacionamiento y talud



Figura 6.1.6 Patio interior desde azotea verde

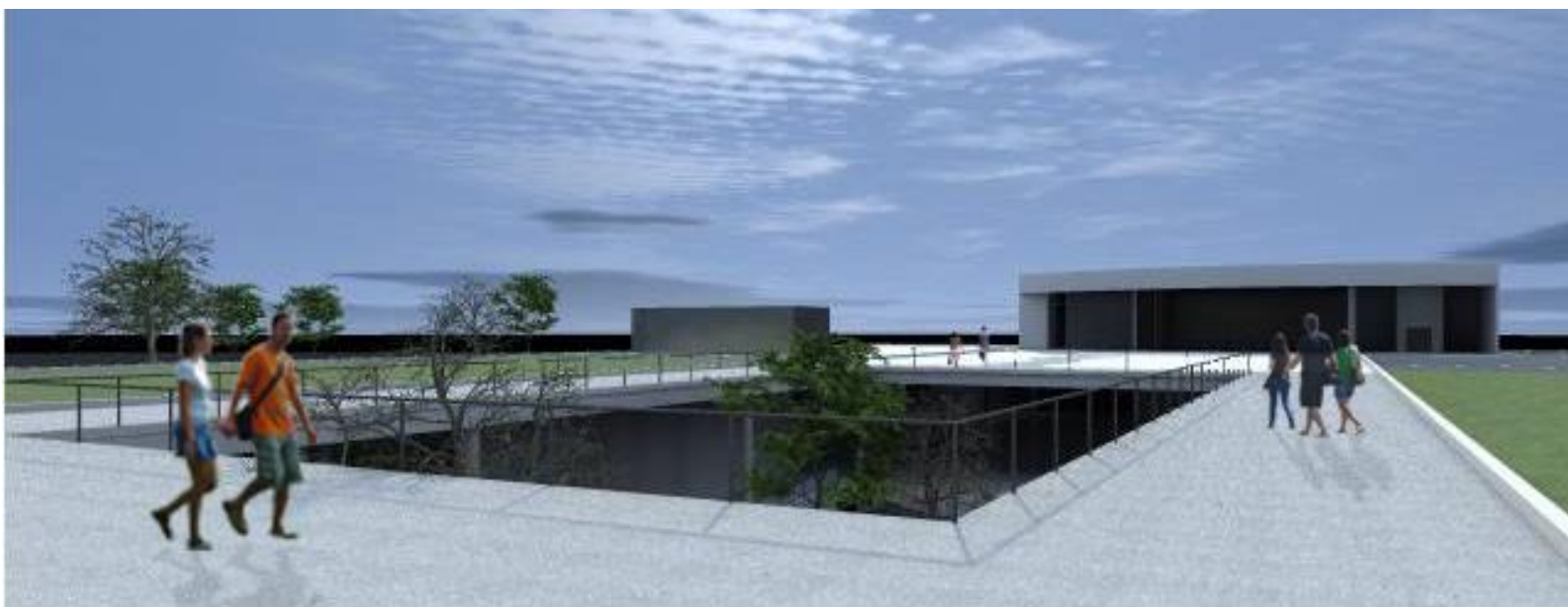


Figura 6.1.7 Andén azotea verde  
Imágenes de elaboración propia



Figura 6.1.8 Vista del exterior de cafetería



Figura 6.1.9 Vista del interior de cafetería  
Imágenes de elaboración propia



Figura 6.1.10 Interior del Museo, remate al espejo de agua

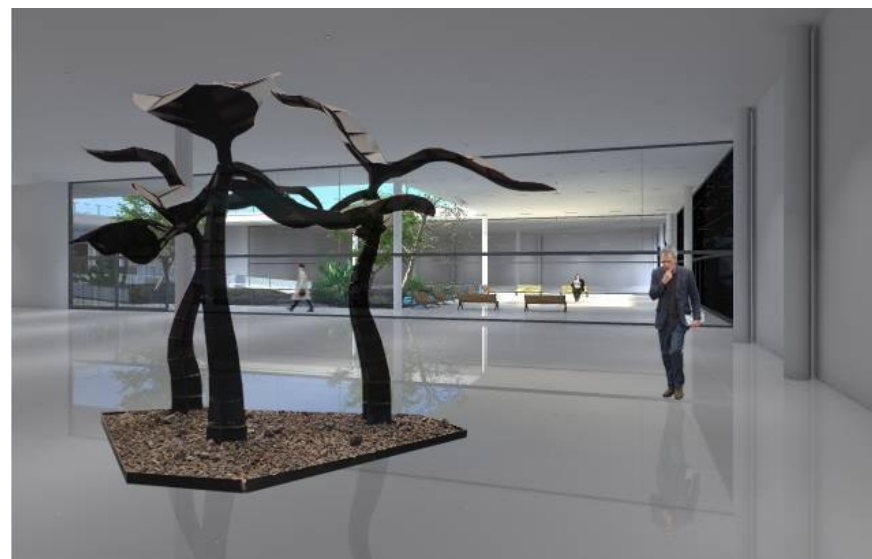


Figura 6.1.11 Sala de exposición temporal  
Imágenes de elaboración propia



Figura 6.1.12 Vestíbulo expositivo con vista al exterior



Figura 6.1.13 Vestíbulo de las salas de exposición



Figura 6.1.14 Interior del Museo con vista al patio central  
Imágenes de elaboración propia

## 6.2 Memoria descriptiva

El proyecto desarrollado, propone la solución de un museo, con el tema central de “Museo del Agua”.

Esta distribuido en cinco zonas, 1.) Zona de Gobierno y Administración; 2.) Zona de Exposiciones y actividades básicas o fisonómicas; 3.) Zonas complementarias; 4.) Zona de servicios generales; y 5.) Zona de actividades al aire libre.

La Zona de exposiciones está formada por cuatro Salas de exposiciones permanentes: Sala 1 “El Origen de la Vida en el Agua”; Sala 2 “El Agua y el Sistema Planetario”; Sala 3 “El Agua, la Industria y el Campo”; Sala 4 “El Agua y la Sustentabilidad”.

También tiene una Sala de exposiciones temporales, con el objetivo de trabajar junto con otras instituciones y organizaciones que estén interesadas en el tema del agua.

Todos los espacios distributivos conducen al visitante hacia las salas de exposiciones como vestíbulos, circulaciones, plazas, se convierten en una serie de áreas que te van adentrando hacia los temas planteados en las salas principales, pero al mismo tiempo el Museo del Agua cuenta con una pequeña Sala Introdutoria que presenta un video con respecto al contenido del museo.

El conjunto arquitectónico, posee diversos espacios que ayudan a complementar la actividad principal que es la de exponer, dentro de estos espacios están:

El Auditorio, en la cual se organizan conferencias, talleres, capacitaciones etc.; Tienda, encargada de presentarle al visitante artículos científicos, libros, revistas, relacionados con el tema del museo, etc.;

Ludoteca, con actividades especialmente dedicadas a los niños con la misma temática del agua; Cafetería, es el único espacio cubierto que se encuentra en el nivel de azotea, con la intención de que el visitante interactúe al 100% con el entorno natural que proyecta la azotea verde y el contexto que rodea al museo.

En el terreno donde se ubicará el museo, se encuentra un sendero ecológico que conduce a un jardín botánico, este es propiedad de la UNAM, el cual nos inspiró a idear un sendero similar en la azotea del edificio, flanqueado por uno de los espacios más importantes que le da el concepto al museo, la azotea verde, creando una circulación peatonal que permite atravesar y observar al conjunto arquitectónico completo. Por medio de esta circulación, se logra unir al Museo del Agua y al Museo de las Ciencias “UNIVERSUM” como complemento cultural de la zona.

El proyecto museográfico funcionará con la colaboración de académicos y diseñadores que se dedique especialmente a la investigación y la museografía, por lo que se le un área de trabajo, formada por laboratorios, talleres museográficos, cubículos y oficinas, conectadas directamente con el área de administración del museo, donde se llevarán a cabo todas las tareas de organización y planeación del mismo.

El Museo del Agua, está concebido como proyecto sustentable, aplicando tecnologías limpias, como el reciclaje y rehuso del agua, disminución del consumo de energía eléctrica, así como la utilización de materiales del sitio y de fácil obtención y mantenimiento, reduciendo costos y siendo armónico con el ambiente y el entorno.





## M Ubicación

**U** El terreno se encuentra en Ciudad Universitaria, su vialidad principal es el Circuito de la Investigación en Humanidades, delegación Coyoacán, México, D.F.

**S** El edificio más representativo que flanquea al Museo del Agua es el Museo de las Ciencias UNIVERSUM, con el objetivo de unir ambos conjuntos para complementar el espacio cultural de Ciudad Universitaria.

## O Superficie

**D** El terreno tiene una superficie de 55,000 metros cuadrados y es de forma rectangular irregular, su topografía es accidentada, variando los desniveles del suelo 1 metro entra cada uno. El tipo de suelo es volcánico.

**E** La altura promedio dentro de ciudad universitaria es de 2, 250 metros sobre el nivel del mar; presenta dos tipos de suelo: volcánico y de transición.

**L** Dentro del terreno el nivel más alto es de 2,263 metros sobre el nivel del mar y el más bajo es de 2,245 metros sobre el nivel del mar, lo que resulta un terreno muy irregular.

**A** La vulnerabilidad que se tiene en la zona de estudio es indudablemente la existencia de cavidades (cavernas), además de algunas fallas.

**U** La resistencia del terreno según el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que la ubica en la zona 1 es de 40 toneladas/metro.

**A**

## 6.3 Memoria estructural

El proyecto arquitectónico, cuenta con 2 niveles, de acceso y sótano, teniendo en cuenta la ubicación del conjunto, se utilizarán zapatas aisladas de concreto con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , unidas con trabes liga para cimentación, columnas circulares de acero OC 457 mm x 23.83mm espesor, y losacero como estructura principal de carga, Terium calibre 18, con una capa de compresión de 6 centímetros con un  $f'c=275\text{kg/cm}^2$ .

### *Dimensionamiento de la estructura del Museo*

Para dimensionar las vigas principales (VP), las vigas secundarias (Vs) y columnas (OC), tomaremos el claro más grande (16 metros) con la condición de peso más desfavorable (incluyendo el peso del Roof Garden), para así determinar las secciones iguales, y arquitectónicamente hablando, queden con las mismas dimensiones y se logre apreciar uniformidad en la estructura

<u>Bajada de cargas c/Roof Garden</u>	<u>kg/m<sup>2</sup></u>		
Losacero cal. 18, capa de compresión			
6cm	240		
Impermeabilizante	30		
Instalación, Planfond	40		
Roof Graden de 15 cm	140		
Sobrecarga RCDF	20		
Carga Viva	100		
Total	570		
Peso propio de la estructura			
VP=	218.8	kg/m	2844.8
Vs=	148.9	kg/m	1191.2
		PoPo=	4036

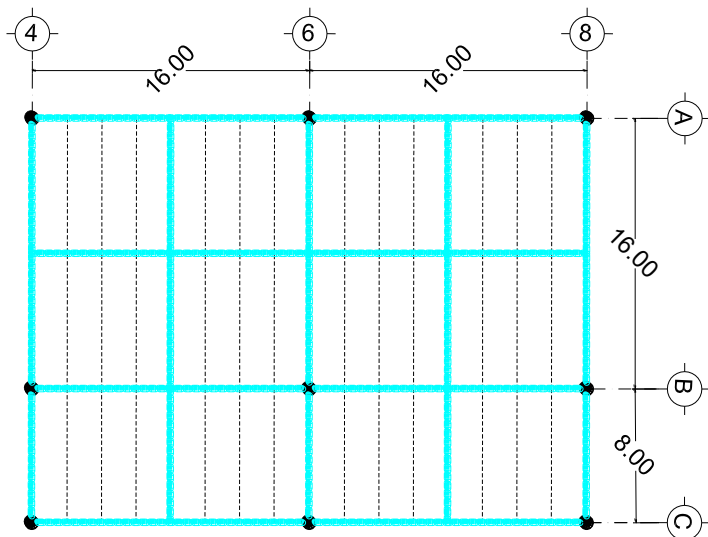


Figura 6.3.1 Claro más desfavorable para dimensionamiento de vigas y columnas  
Imágenes de elaboración propia

*Viga Secundaria (Vs)*

$A = 16 \text{ m}^2$

Perfil IR 406 mm x 148.9 kg/m

$$CM = 470 \text{ kg/m}^2 + \text{PoPo (peso propio)}$$

$$= (470 \text{ kg/m}^2)(2\text{m}) + 148.9 \text{ kg/m} = 940 \text{ kg/m} + 148.9 \text{ kg/m}$$

$$= \underline{1089 \text{ kg/m}}$$

$CV = 100 \text{ kg/m}^2 (2\text{m}) = \underline{200 \text{ kg/m}}$

$C_{tot} = CM + CV$

$$= 1089 + 200 = \underline{1289 \text{ kg/m}}$$

$Cult = (1289)(1.5) = \underline{1933.5 \text{ kg/m}}$

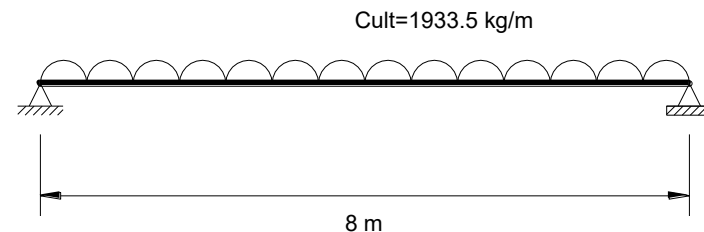


Figura 6.3.2 Carga última de Viga secundaria  
Imagen de elaboración propia

$$M_{\text{máx}} = wl^2 / 8$$

$$= (1933.5)(8)^2 / 8 = \underline{15,468 \text{ kg-m}}$$

Módulo de la sección IR 406 mm x 148.9 kg/m

$S_x = 2868 \text{ cm}^3$

$$M_{\text{máx}} / S_x = (15,468)(100) / 2868 = \underline{540 \text{ kg/cm}^2}$$

Para acero A-36  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

$0.90 (f_y) = \underline{2277 \text{ kg/cm}^2}$

El esfuerzo actuante de  $540 \text{ kg/cm}^2$  es menor al esfuerzo resistente de  $2277 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto el perfil IR 406mm x 148.9 kg/m propuesto si es aceptable.

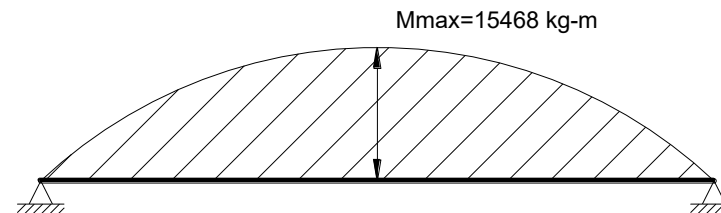


Figura 6.3.3. Diagrama de momentos para Vs  
Imagen de elaboración propia



**M** Viga Principal (VP), se tienen las cargas:

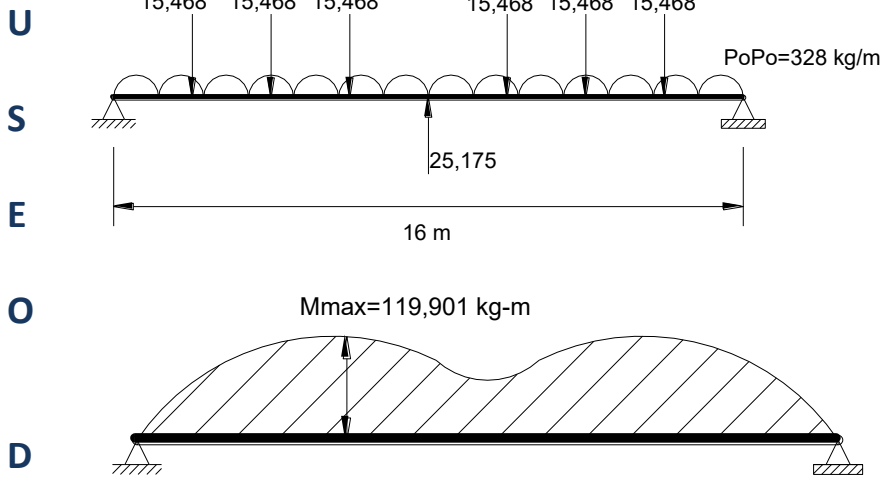


Figura 6.3.4. Diagrama de momentos para VP

$M_{\text{máx}} = \underline{119,901 \text{ kg-m}}$

Módulo de la sección IR 553 mm x 218.8 kg/m

$S_x = \underline{5391 \text{ cm}^3}$

$M_{\text{máx}} / S_x = (119,901)(100) / 5391 = \underline{2224 \text{ kg/cm}^2}$

Para acero A-992 Grado 50  $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$

$0.90 (f_y) = \underline{3163 \text{ kg/cm}^2}$

**A** El esfuerzo actuante  $2224 \text{ kg/cm}^2$  es menor al esfuerzo resistente de  $3163 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto el perfil IR 553mm x 218.8 kg/m propuesto si es aceptable.

Columna circular OC 18" (457mm x 23.83 mm de espesor)

$A = 16\text{m} \times 12\text{m} = 192 \text{ m}^2$

$CM = (570 \text{ kg/m}^2)(192 \text{ m}^2) + \text{PoPo}(254.57 \text{ kg/m})(5 \text{ m altura})$   
 $= \underline{110,713 \text{ kg}}$

$CV = (100 \text{ kg/m}^2)(192 \text{ m}^2) = \underline{19,200 \text{ kg}}$

$C_{\text{tot}} = 110,713 + 19,200 = \underline{129,913 \text{ kg}}$

$\text{Cult}(1.5) = \underline{194,869.5 \text{ kg por columna}}$

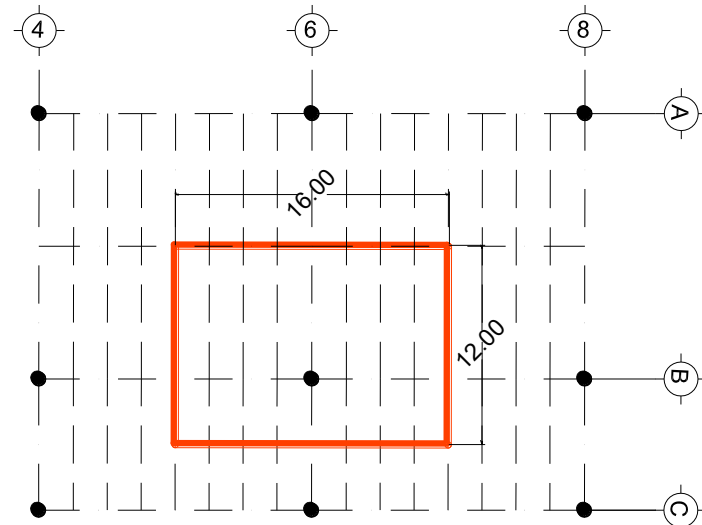
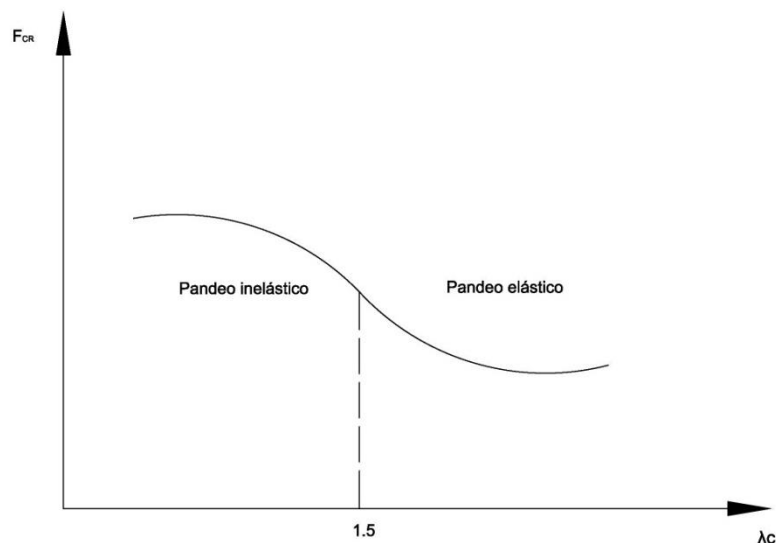


Figura 6.3.5. Área tributaria para dimensionamiento de columna  
 Imágenes de elaboración propia

### Revisión de columna por compresión (LRFD)



Fórmulas:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

$$\lambda_c < 1.5$$

$$F_{CR} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y$$

$$\lambda_c > 1.5$$

$$F_{CR} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) F_y$$

Cálculos:

$$\frac{KL}{r} = \frac{2 \times 500}{15.34}$$

$$\frac{KL}{r} = 65.189$$

$$F_e = \frac{\pi^2 (2,039,000 \text{ kg/cm}^2)}{(65.189)^2}$$

$$F_e = 4,735 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{3515 \text{ kg/cm}^2}{4,735 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$\lambda_c = 0.86$$

$$\lambda_c < 1.5$$

$$F_{CR} = (0.658^{0.86^2}) 3515 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{CR} = 2579 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{resistente} = A \times F_{CR}$$

$$P_{resistente} = 324.29 \text{ cm}^2 \times 2579 \text{ kg/cm}^2$$

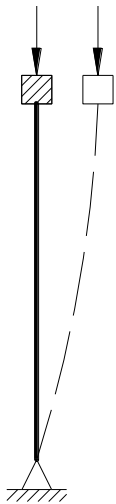
$$P_{resistente} = 836,343 \text{ kg}$$

La carga resistente de 836,343 kg supera a la carga actuante de 194,869.5 kg, por lo que la columna es adecuada.



**M** *Cálculo de cimentación (Museo)*

**U** El terreno en el que esta situado nuestro proyecto, corresponde a la zona I según la clasificación del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, teniendo una resistencia de 40 t/m, por lo que la cimentación esa base de zapatas aisladas aisladas de concreto con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , unidas con una trabe liga.  
**S** Para dimensionarlas tomamos la condición de peso más desfavorable.  
**E**



Peso total que carga la columna y que transmite a la cimentación = 194,869.5 kg

**G**  $A_c = P (1.1) / RT$   
 $A_c = 194,869.5 \text{ kg} (1.1) / 40,000 = \mathbf{5.35 \text{ m}^2 \text{ de cimentación}}$   
 Raíz de 5.35 = 2.31 = **2.5 m de lado de la zapata**

**U** Momento en el empotre  
 $M = w l^2 / 2$   
 $M = 194,869.5 \times (1.175)^2 / 2$   
**M = 134,520 kg - m**

*Armado*

$As_{min} = M / (2000) (0.903) (b)$   
 $As_{min} = 134,520 / (2000) (0.903) (35)$   
 $As_{min} = 2.128 = \text{varillas del } \#3 @ 15 \text{ cm}$

Trabe Liga, dimensiones mínimas 15 cm x 30 cm, con 4 varillas #3, estribos del #2 @ 15 cm.

*Dimensionamiento de estructura de Estacionamiento*

La estructura del estacionamiento estará, al igual que la del Museo, compuesta por vigas y columnas de acero.  
 Para vigas principales se proponen perfiles IR 406mm x 148.9 kg/m, para vigas secundarias perfil IR 356mm x 122.1 kg/m, mientras que para las columnas se utilizará un perfil IR 457mm x 177.8 kg/m.

<b>Bajada de cargas 2</b>	<b>kg/m2</b>
Losacero cal. 18, capa de compresión 6cm	240
Relleno e Impermeabilizante	150
Instalación, Planfond	40
Sobrecarga RCDF	20
Total	450
Carga viva	100
Peso propio de la estructura	$V_p = 177.8 \text{ kg/m}$
	$V_s = 148.9 \text{ kg/m}$

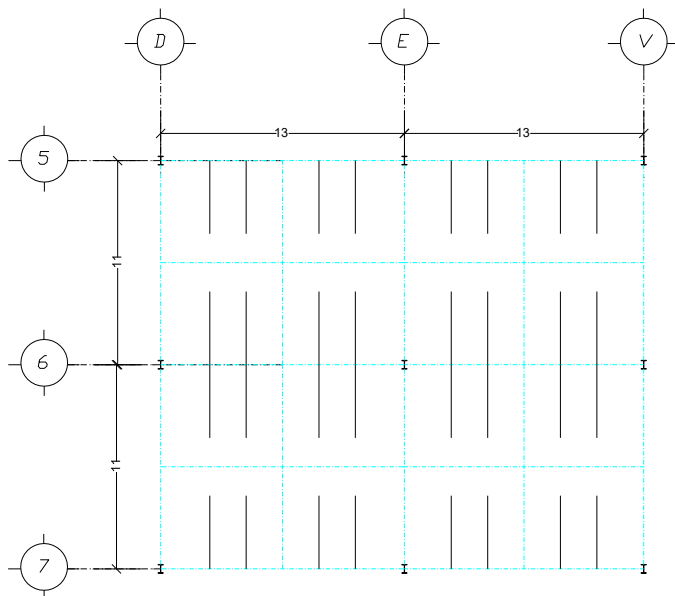


Figura 6.3.6 Claro más desfavorable para dimensionar vigas y columnas en estacionamiento

### Viga Secundaria (Vse)

A= 11 m<sup>2</sup>

Perfil IR 356 mm x 122.1 kg/m

$$CM = 450 \text{ kg/m}^2 + \text{PoPo (peso propio)}$$

$$= (450 \text{ kg/m}^2)(2\text{m}) + 122.1 \text{ kg/m} = 900 \text{ kg/m} + 122.1 \text{ kg/m}$$

$$= \underline{1,022.1 \text{ kg/m}}$$

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2(2\text{m}) = \underline{200 \text{ kg/m}}$$

$$C_{\text{tot}} = CM + CV$$

$$= 1022.1 + 200 = \underline{1222 \text{ kg/m}}$$

$$C_{\text{ult}} = (1222)(1.5) = \underline{1833 \text{ kg/m}}$$

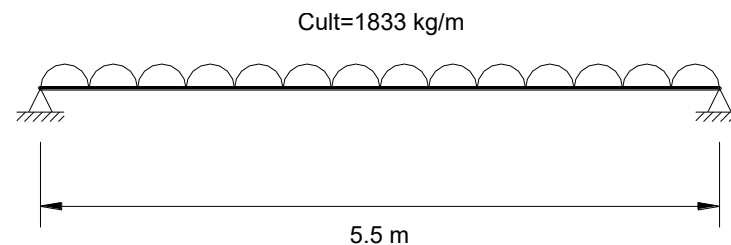


Figura 6.3.7. Carga última de Viga secundaria

$$M_{\text{máx}} = w l^2 / 8$$

$$= (1833)(5.5)^2 / 8 = \underline{6,931 \text{ kg-m}}$$

Módulo de la sección IR 406 mm x 148.9 kg/m

$$S_x = \underline{2016 \text{ cm}^3}$$

$$M_{\text{máx}} / S_x = (6,931)(100) / 2016 = \underline{344 \text{ kg/cm}^2}$$

Para acero A-36  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

$$0.90 (f_y) = \underline{2277 \text{ kg/cm}^2}$$

El esfuerzo actuante de 344 kg/cm<sup>2</sup> es menor al esfuerzo resistente de 2277 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto el perfil IR 356mm x 122.1 kg/m propuesto si es aceptable.

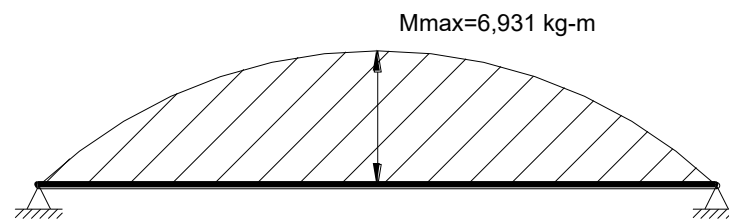


Figura 6.3.8. Diagrama de momentos para Vs  
Imágenes de elaboración propia



**M** Para VP, se tienen las cargas:

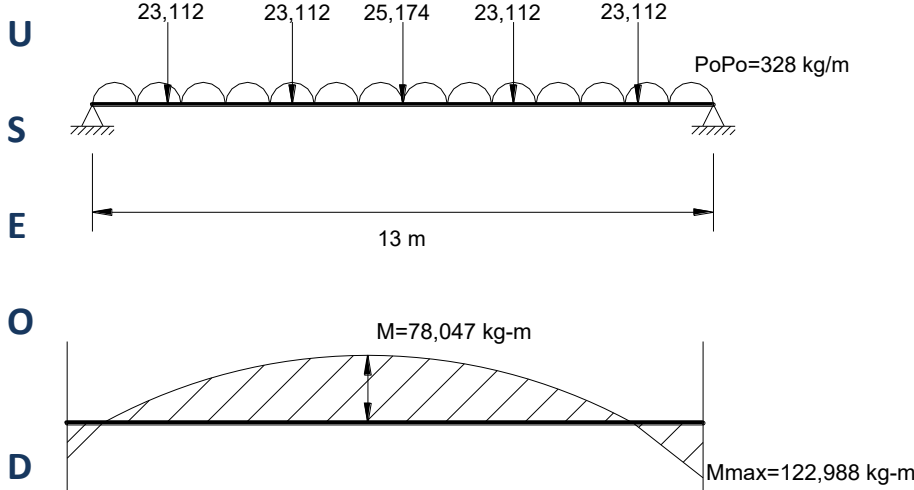


Figura 6.3.9. Diagrama de momentos para VP

**E**

**L**

$M_{\text{máx}} = \underline{122,988 \text{ kg-m}}$

Módulo de la sección IR 553 mm x 218.8 kg/m

**A**

$S_x = \underline{5391 \text{ cm}^3}$

**G**

$M_{\text{máx}} / S_x = (122,988)(100) / 5391 = \underline{2,281 \text{ kg/cm}^2}$

Para acero A-992 Grado 50  $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$

**U**

$0.90 (f_y) = \underline{3163 \text{ kg/cm}^2}$

**A**

El esfuerzo actuante  $2,231 \text{ kg/cm}^2$  es menor al esfuerzo resistente de  $3163 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto el perfil IR 553mm x 218.8 kg/m propuesto si es aceptable.

Columna de acero, perfil IR 457mm x 177.8 kg/m

Acero A-992 Grado 50

$A = 11\text{m} \times 13 \text{ m} = 143 \text{ m}^2$

$CM = (550 \text{ kg/m}^2)(143 \text{ m}^2) + PoPo(177.8 \text{ kg/m})(4 \text{ m altura})$   
 $= \underline{79,361 \text{ kg}}$

$CV = (100 \text{ kg/m}^2)(143 \text{ m}^2) = \underline{14,300 \text{ kg}}$

$C_{\text{tot}} = 79,361 + 14,300 = \underline{93,661 \text{ kg}}$

$\text{Cult}(1.5) = \underline{140,491 \text{ kg por columna}}$

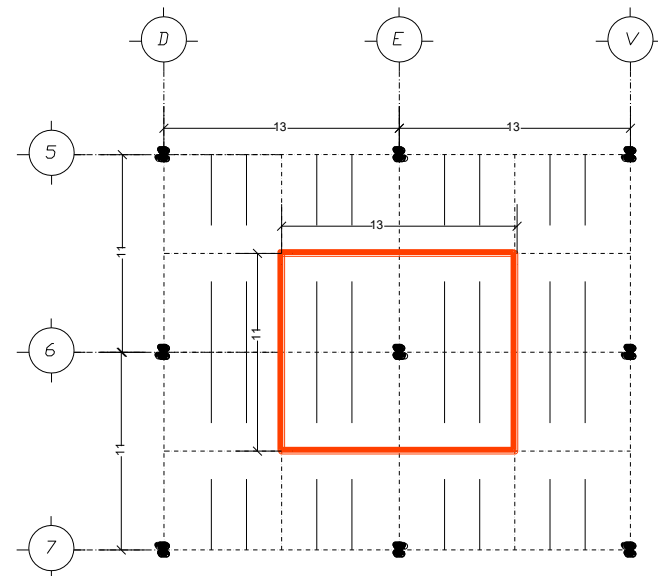
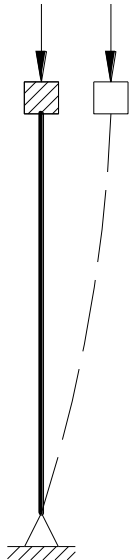


Figura 6.3.10 Área tomada para estudio  
 Imágenes de elaboración propia

$A = 226.5 \text{ cm}^2$   
 $L = 400 \text{ cm}$  (altura)  
 $r = 20 \text{ cm}$   
 $E = 2,039,000 \text{ kg/cm}^2$   
 $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$



Cálculos:

$$\frac{KL}{r} = \frac{2 \times 400}{20}$$

$$\frac{KL}{r} = 40$$

$$F_e = \frac{\pi^2 (2,039,000 \text{ kg/cm}^2)}{(40)^2}$$

$$F_e = 12,577 \text{ kg/cm}^2$$

De la Tabla C1.8.1 (Pág 349) del Manual IMCA, obtenemos el valor  $K=2$

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{3515 \text{ kg/cm}^2}{12,577 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$\lambda_c = 0.53$$

$$\lambda_c < 1.5$$

$$F_{CR} = (0.658^{0.53^2}) 3515 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{CR} = 3,125 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{resistente} = A \times F_{CR}$$

$$P_{resistente} = 226.5 \text{ cm}^2 \times 3,125 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{resistente} = 707,812.5 \text{ kg}$$

La carga resistente de 707,812.5 kg supera a la carga actuante de 194,869.5 kg, por lo que la columna es adecuada.

#### Cálculo de cimentación (Estacionamiento)

El terreno en el que está situado nuestro proyecto, corresponde a la zona I según la clasificación del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, teniendo una resistencia de 40 t/m, por lo que la cimentación esa base de zapatas aisladas aisladas de concreto con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , unidas con una trabe liga.

Para dimensionarlas tomamos la condición de peso más desfavorable.

Peso total que carga la columna y que transmite a la cimentación = 140,491 kg





- M**  $A_c = P (1.1) / RT$
- U**  $A_c = 140,491 \text{ kg (1.1)} / 40,000 = \underline{\mathbf{3.86 \text{ m}^2 \text{ de cimentación}}}$
- S** Raíz de 3.86 = 1.96 = **2 m de lado de la zapata**
- E** Momento en el empotre  
 $M = w l^2 / 2$   
 $M = 140,491 \times (0.925)^2 / 2$   
**M = 60,103 kg – m**
- O** Armado  
 $As_{min} = M / (2000) (0.903) (b)$   
 $As_{min} = 60,103 / (2000) (0.903) (35)$   
 $As_{min} = 2.128 = \text{varillas del \#3 @ 15 cm}$
- D** Trabe Liga, dimensiones mínimas 15 cm x 30 cm, con 4 varillas #3, estribos del #2 @ 15 cm.

#### 6.4 Memoria de Instalaciones Hidráulicas

- L**
- A** El objeto de esta memoria es enumerar los diferentes pasos que se siguieron para desarrollar el proyecto ejecutivo de instalación hidráulica para el Museo del Agua, ubicado sobre el circuito de Investigaciones en Humanidades, delegación Coyoacán. México D.F.
- G** El proyecto arquitectónico cuenta con tres niveles, en los cuales se distribuyen los distintos núcleos de sanitarios, el primero a nivel de sótano, cuenta con 5 WC, 1 Mingitorio, 4 Regaderas, 4 Lavabos. En el nivel de acceso se cuenta con 10 WC, 1 Mingitorio, 7 Lavabos, 1 Tarja y por último en el nivel de azotea, en cafetería hay 7 WC, 1 Mingitorio, 4 Lavabos y 4 Tarjas.

Los lavabos y tarjas serán abastecidos por la red de agua potable, proveniente de la cisterna de agua potable, se canalizará por medio de dos hidroneumáticos que trabajarán de manera alterna para llegar a dos filtros, los dos de carbón activado que se encontrarán en un cuarto de máquinas en el segundo sótano del estacionamiento, de ahí se distribuirán las redes a los distintos baños de cada planta.

La toma de agua potable se hará mediante la toma a la red general municipal, tomando en cuenta una velocidad de 1 m/seg. Las tuberías de la red de agua potable serán de tipo tuboplus (Polipropileno Copolímero Random (PPR) de la marca rotoplas.

#### *Características del material*

##### Tubería Hidráulica, Tubo plus

Es un sistema integral de tubos y conexiones para la conducción de agua a elevadas temperaturas y presiones unidas por el avanzado sistema de termo fusión, (unión por calor 260° C), formando una sola pieza continua con cero fugas.

#### *Consumo por muebles*

Según el método del Dr. Roy B. Hunter 63 U. M. equivalen a 3.06 l.p.s. por lo que el consumo diario por muebles sanitarios es, aplicando la fórmula empírica:

$$C = 0.36 Q_{mp} \times D$$

C = consumo

$Q_{mp}$  = gasto equivalente l.p.s.

D = periodo de máximo consumo (2 Horas).

Sustituyendo;

$$C = 0.36 \times 1.26 \times 7,200$$

$$C = 3,266 \text{ lts}$$

Lo que con el consumo obtenido de la dotación por usuario, se toma el de 3,266 litros como insuficiente y se tomará este valor de referencia.

#### Gasto medio

El gasto medio se obtiene del consumo por usuarios entre el tiempo.

$$Q_m = C/\text{tiempo}$$

$$Q_m = 18,950/86,400$$

$$Q_m = 0.219 \text{ l.p.s.}$$

#### Gasto máximo diario

Se obtiene aplicando el factor de variación diaria al gasto medio.

$$Q_{md} = 1.2 Q_m$$

$$Q_{md} = 1.2 \times 0.219$$

$$Q_{md} = 0.263 \text{ l.p.s.}$$

#### Toma de agua

La alimentación a la cisterna general se realizará de la red de distribución mediante una toma domiciliaria. La toma contará con un medidor de flujo con el cual se podrá contabilizar el consumo domiciliario de agua potable. Del cuadro de medidor se alimentará directamente a la válvula de flotador de la cisterna para proporcionar una presión mínima de 0.2 Kg/cm<sup>2</sup>.

La toma de agua debe tener el diámetro suficiente para proporcionar el gasto máximo diario calculado de 0.263 l.p.s.

. Diámetro propuesto	19 mm	
. Presión supuesta en red municipal	20 m.c.a.	
. Presión requerida en válvula de flotador	2 m.c.a.	
. Altura total en flotador	-1.30 mts	
. Perdidas por fricción admisibles	18 m.c.a.	
. Longitud de tubería promedio	60.00mts	
. Longitud equivalente en conexiones de cuadro y línea hasta flotador (6 codos 90°, 1 medidor, 1 válvula de compuerta	7 mts	
. Longitud total	67.00 mts	
. Pendiente piezométrica S = 18/19	0.947	
. Material del tubo	Tuboplus	
. Coeficiente de rugosidad	0.01	
. Velocidad = R <sup>2</sup> /3 S <sup>1/2</sup> /n	2.123 m/seg.	
. Gasto = VA	0.608 l.p.s.	

Por lo que la toma propuesta de 19 milímetros de diámetro tiene una capacidad de 0.608 l.p.s. que es mayor al gasto máximo diario calculado de 0.263 l.p.s.

#### Población

La población se obtiene considerando 1600 visitantes diarios

#### Dotación

Tomando en cuenta de que se trata de un edificio con distintos usos y de acuerdo a las recomendaciones indicadas por las Normas Técnicas para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable, se tiene una dotación por persona de:

- Museo 10 lts/persona/día
- Restaurante 12 lts/persona/día
- Oficinas 50 lts/persona/día



## M Consumo por población

El consumo por día será igual a la población por la dotación, o sea:

CONSUMO = Población x Dotación

CONSUMO Museo = 1600 x 10lts = 16,000 L

CONSUMO Restaurante = 100 x 12lts = 1,200 L

CONSUMO Oficinas = 35 x 50lts = 1750 L

Total litros por día = 18,950 L

Con un almacenamiento de 2 días de reserva 38 m<sup>3</sup>.

La aportación de aguas servidas por dotación de agua es del 80% del gasto máximo instantáneo:

15,160 lts. que pasan por una planta de tratamiento de agua, para después abastecer a los WC y Mingitorios por medio de un sistema hidroneumático.

## D Muebles sanitarios

Para calcular el gasto en cualquier tramo de tubería se realiza aplicando el criterio de unidades mueble del total de muebles sanitarios con que cuenta en total el Museo, con lo que se tiene:

L	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.	TOTALES
			A.F.	A.C.	AF/AC
	W.C.		3		
A	LAVABO	16	0.5	0.5	16
	REGADERA	2	1	1	4
G	TINA		1	1	
	FREGADERO	3	1	1	6
	LAVADERO				
U	LAVADORA				
			SUMA		26

A Por lo que en total para todo el museo se tiene un gasto máximo instantáneo total igual a 26 U.M.

## Tuberías

La tubería de los ramales interiores será tipo PVC, del diámetro correspondiente al indicado en el plano de instalación hidráulica. Para obtener el diámetro de tubería se recurre a las unidades mueble que servirá cada uno de los tramos para así obtener el gasto máximo instantáneo acumulado a servir, que junto con la velocidad recomendada se obtiene el diámetro.

- Para evitar sedimentos se recomienda que la velocidad mínima en cualquier tramo sea de 0.50 m/seg.

- Con el objeto de evitar ruidos, vibraciones y golpes de ariete en las tuberías, la velocidad debe limitarse a 3.00m/seg.

## Almacenamiento

El almacenamiento que se propone será por medio de una cisterna enterrada en el sótano del estacionamiento con una capacidad de 38 metros cúbicos que corresponde a 2 días de almacenamiento. La regulación del gasto y la presión será por medio de un presurizador múltiple con Variador de velocidad.

## Equipo de bombeo

Se va a contar con dos hidroneumáticos alternados para dar servicio en forma directa a todos los muebles del edificio, que trabajen en forma alternada y simultaneada para dar el gasto máximo instantáneo, por lo que cada una dará el 50% del gasto calculado por el método de Hunter.

Por lo que se requiere de dos hidroneumáticos de 1 HP para agua potable y dos hidroneumático de 1 HP para agua tratada.

## Abastecimiento

La forma de abastecimiento a los muebles sanitarios (lavabos y tarjas), será por medio de la red general de agua potable. En caso de que esta red sea escasa o tenga algún problema, la fuente de abastecimiento será por la captación de agua pluvial en las azoteas

### Resumen de datos

De acuerdo a lo anterior se obtienen los siguientes datos de proyecto para el Museo del Agua, ubicado sobre el circuito en investigaciones en humanidades, del. Coyoacán. México D.F.

Datos del proyecto	
Instalación Hidráulica	
Densidad de población	1600 visitantes diarios
Dotación Museo	10 lts/hab/día
Dotación Restaurante	12 lts/hab/día
Dotación Oficinas	50 lts/hab/día
Gastos	
Medio anual	0.219 l.p.s.
Máximo diario	0.263 l.p.s.
Consumo diario	18,950 lts
Almacenamiento (2 días de consumo)	38 m <sup>3</sup>
Toma domiciliaria	19 mm
Fuente de abastecimiento	Red general de agua potable y sistema alternativo de captación de agua pluvial.
Sistema	Bombeo directamente a los muebles sanitarios

## Mobiliario de Sanitarios

ELEMENTO	CANTIDAD
Sanitarios Cafetería	
Taza para fluxómetro con trampa expuesta HELVEX 4,8 litros	7
Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	1
Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	4
Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	2
Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	4
Sanitarios Administración	
Taza para fluxómetro con trampa expuesta HELVEX 4,8litros	2
Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	1
Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	2
Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	1
Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	2
Sanitarios Salas	
Taza para fluxometro con trampa Expuesta, HELVEX 4,8 litros	7
Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	1
Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	4
Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	2
Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	4

M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A



	ELEMENTO	CANTIDAD
	Sanitarios Auditorio	
M	Taza para fluxómetro con trampa expuesta, HELVEX 4,8 litros	7
U	Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	1
S	Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	4
E	Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	2
O	Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	4
	Sanitarios Empleados	
D	Taza para fluxómetro con trampa Expuesta HELVEX 4,8 litros	6
E	Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	1
E	Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	5
L	Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	2
A	Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	4
G	Regadera cromada H-300, chorro fijo ecológico, HELVEX	4
	TOTAL	
A	Taza para fluxómetro con trampa Expuesta, HELVEX 4,8 litros	29
G	Mingitorio tipo cascada de .5 litros, HELVEX	5
U	Lavabo rectangular de Sobreponer para Monomando, HELVEX	19
A	Coladera para piso, una boca, con rejilla redonda, HELVEX	9
	Llave monomando para lavabo E-905, HELVEX	19
	Regadera cromada H-300, chorro fijo ecológico, HELVEX	4

## 6.5 Memoria de Instalaciones Sanitarias

El objeto de esta memoria es enumerar los diferentes pasos que se siguieron para desarrollar el proyecto ejecutivo de aguas residuales para el Museo del Agua.

El proyecto arquitectónico cuenta con tres niveles, en los cuales se distribuyen los distintos núcleos de sanitarios, el primero a nivel de sótano, cuenta con 5 WC, 1 Mingitorio, 4 Regaderas, 4 Lavabos. En el nivel de acceso se cuenta con 10 WC, 1 Mingitorio, 7 Lavabos, 1 Tarja y por ultimo en el nivel de azotea, en cafetería hay 7 WC, 1 Mingitorio, 4 Lavabos y 4 Tarjas.

Debiendo dotar del servicio de agua tratada a todos los muebles que así lo requieran, por medio de una red de tuberías de PVC sanitario, que se construirá a partir de la recolección de aguas negras y grises, que posteriormente será tratada, filtrada y canalizada a una cisterna de agua tratada, abasteciendo a los muebles sanitarios (WC y Mingitorios).

### *Descarga sanitaria*

La descarga sanitaria será con tubería de PVC sanitario de diámetro 100 milímetros y una pendiente mínima del 2% para cada uno de los gastos obtenidos, conectada por medio de codos y slant a la planta de tratamiento de agua.

### *Eliminación*

Toda la tubería de drenaje conduce las aguas servidas por gravedad hasta su desalojo hacia una planta de tratamiento de agua (WEA® COMPACTAS) que posteriormente se dirigirá hacia una cisterna de agua tratada.

### Aportación

Tomando en cuenta la dotación Museo 10 lts/persona/día, Restaurante 12 lts/persona/día y Oficinas 50 lts/persona/día y considerando que parte del agua se pierde en el uso, la aportación será del 80% de la dotación con lo que nos queda:

Aportación = 80% Dotación

Museo = 0.80 x 10

Museo = 8 lts/hab/día

Restaurante = 0.80 x 12

Restaurante = 9.6 lts/hab/día

Oficinas = 0.80 x 50

Oficinas = 40 lts/hab/día

Total = 15,160 lts

Para el almacenamiento del agua tratada, se cuenta con una cisterna enterrada en el sótano del estacionamiento con una capacidad de 16 metros cúbicos, que corresponde al 80 % del gasto máximo instantáneo de agua potable.

### Gasto máximo instantáneo

Según el método del Dr. Roy B. Hunter 102 U. M. de un museo equivale a 4.95 l.p.s.

Gasto medio.- este gasto se obtiene de dividir la aportación diaria entre el número de segundos de un día, con lo que:

$$\begin{aligned} Q_{med} &= (\text{Pob.} \times \text{Aport.}) / 86,400 \\ &= (1600 \times 9.475) / 86,400 \\ &= 0.175 \text{ l.p.s.} \end{aligned}$$

Gasto mínimo.- el gasto mínimo se considera de la mitad del gasto medio, considerando que si es menor de 1.5 l.p.s. que es el gasto que aporta un inodoro en un uso, se toma este último como dato.

$$\begin{aligned} Q_{mín} &= 0.5 Q_{med} \\ &= 0.5 \times 0.175 \\ Q_{mín} &= 1.5 \text{ l.p.s.} \end{aligned}$$

Gasto máximo.- el gasto máximo se obtiene de multiplicar el gasto medio por un coeficiente adimensional dado por Harmon y que se obtiene de la siguiente expresión:

$$M = 1 + (14 / (4 + (\text{Pob})^2))$$

Por lo que el gasto máximo nos queda;

$$\begin{aligned} Q_{máx} &= M \times Q_{med} \\ &= 1.01 \times 0.175 \\ Q_{máx} &= 0.176 \text{ l.p.s.} \end{aligned}$$

Gasto máximo extraordinario.- como previsión debido a que pueden darse aportaciones extraordinarias debido a agua de lluvia que llegue a introducirse a la red, el gasto máximo se afecta por un coeficiente de 1.5, quedando;

$$\begin{aligned} Q_{máx.inst.} &= 1.5 Q_{máx} \\ &= 1.5 \times 0.176 \\ &= 0.264 \text{ l.p.s.} \end{aligned}$$



## M Unidades de gasto

U Para calcular el gasto en cualquier tramo de tubería se realiza aplicando el criterio de unidades mueble del total de muebles sanitarios con que cuenta el museo:

S

MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.	TOTALES
		A.F.	A.C.	AF/AC
W.C.	34	3	0	102
LAVABO		0.5	0.5	
REGADERA		1	1	
TINA		1	1	
FREGADERO		1	1	
LAVADERO		2		
LAVADORA		1	1	
			SUMA	102

E Por lo que se tiene un gasto máximo instantáneo total igual a 102 U. M.

## L Velocidad

A La velocidad máxima a tubo lleno será de 3.00 m/seg. y la mínima de 0.60 m/seg.

## G Tuberías

U A La instalación de drenaje sanitario será por medio de tuberías y piezas especiales de P.V.C. sanitario del tipo para cementar y su diámetro será en función de los muebles que desalojen, no menor de 38 milímetros. Ni inferior ala de la boca del desagüe de cada mueble sanitario. Las pendientes mínimas serán del 2% para diámetros hasta 100 milímetros

## Elementos hidráulicos

- Tubería de descarga PVC sanitario
- Diámetro 100 mm.
- Tubería interior P.V.C. sanitario
- Diámetro indicado (50 y 100mm)
- Pendiente mínima 2%
- Velocidad 1.22 m/seg.
- Gasto 0.264 l.p.s.

Por lo que el diámetro propuesto en la descarga domiciliaria de 100 milímetros. a una pendiente del 2% es suficiente para eliminar las aguas residuales tanto negras como grises generadas en el edificio.

## 6.6 Memoria de Instalación Pluvial

El objetivo de este estudio, es describir las obras que involucran el SISTEMA ALTERNATIVO destinado a la recolección y el aprovechamiento de las aguas pluviales captadas en el Museo del Agua.

### Descripción del proyecto arquitectónico

El proyecto arquitectónico cuenta con una plaza principal flanqueada por jardines de 1700 metros cuadrados y varios espacios exteriores, así como una azotea verde utilizada para tránsito peatonal de 6,000 metros cuadrados de las cuales se captará el agua pluvial, la cual será reutilizada para riego, mientras que el nivel de estacionamiento descubierto de 5,000 metros cuadrados aportará el agua captada al subsuelo por medio de pozos de absorción.

### Sistema alternativo

En este sistema se distinguen dos conceptos principales: el primero, contempla básicamente la red de aguas pluviales en el predio, desde la captación en azoteas hasta su destino final en una cisterna de agua pluvial con excedencias al terreno natural; el segundo concepto se refiere a la red hidráulica destinada a la distribución de las aguas pluviales ya filtradas para su aprovechamiento en riego.

### Red de drenaje pluvial

Las aguas colectadas son conectadas a bajantes y ramales verticales hasta una cisterna de almacenamiento de agua pluvial que se ubicará en el segundo sótano del estacionamiento

La canalización de las aguas se realizará por medio de tubería de PVC sanitario la cual se empleará tanto en bajantes como en ramales horizontales.

Mientras que en los taludes de acceso a la azotea verde, se colocarán canaletas con rejillas que conducirán el agua pluvial a un pozo de absorción como aportación al terreno natural.

### Cálculo hidráulico

En cálculo del caudal de diseño se aplica la formula del Método Racional Americano, la cual se describe a continuación:

$$Q_p = 2.778 \times 10^{-4} A C I$$

Siendo:

- $Q_p =$  Gasto pluvial de diseño (lps)
- $A =$  Área tributaria de captación pluvial (m<sup>2</sup>)
- $C =$  Coeficiente de escorrentía
- $I(d,r) =$  Índice de precipitación pluvial (mm/hr)
- $d =$  duración (min o hrs)  $r =$  tiempo retorno (años)

Para este proyecto el coeficiente de escorrentía (C) es de 0.90 según se indica en la gaceta oficial del Distrito Federal del 06 de Octubre del 2004 (tabla 1-5).

Para este proyecto se aplican los siguientes valores de la intensidad de diseño:

- En ramales horizontales:  
 $I = 100.8$  mm/hr
- Para bajantes o ramales verticales:  
 $I = 145.32$  mm/hr

Todas las bajantes de aguas pluviales de las azoteas serán de PVC sanitario de 100 mm de diámetro la capacidad hidráulica de las mismas será suficiente ya que una tubería de PVC de 4" tiene una capacidad de 12 litros por segundo a una tercera parte de tubo. La revisión de la capacidad hidráulica de la tubería que conforma los ramales horizontales se realiza de acuerdo a lo indicado anteriormente, esto es:

$$I(60,5) = 177 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Coef. Azoteas } C = 0.90$$

M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A





**M** Las áreas del predio quedan divididas como sigue:

Áreas de azotea = 6,000 m<sup>2</sup>

**U** El gasto total de diseño, considerando que la tubería en estudio solo recibe las aportaciones de las bajantes provenientes de azoteas, es de 7.17 l.p.s.

**S** *Almacenamiento*

**E** Tal como se indicó anteriormente, el agua de origen pluvial que se capta en todas las azoteas será conducida hasta una cisterna de almacenamiento pluvial, la cual será reutilizada y aprovechada en riego y como sistema alternativo para el abastecimiento de agua potable, el volumen de diseño es el que se indica a continuación:

$$C = 0.36 \times Q \times 7200$$

$$C = 23,585 = 24,000 \text{ lts}$$

**O** El volumen que se debe de considerar para el almacenamiento del agua pluvial es de un total de 24 metros cúbicos, tomando en cuenta que esta agua se reutilizará como agua potable, es probable que no se requiera de la administración de dicho servicio por las excedencias del agua potable que se obtienen.

**D** *Resumen de datos*

**E** De acuerdo a lo anterior se obtienen los siguientes datos de proyecto para el Museo del Agua (Tabla 6.5.1):

**L**

**A**

### Instalación Pluvial

Área total de captación	6,000 m <sup>2</sup>
Coefficiente de escurrimiento	0.90
Intensidad de lluvia (60,5)	177 mm/hr
Método	Racional americano
Fórmula	Q=CIA
Gasto pluvial conjunto	7.17 l.p.s.
Vol. Cisterna	24 m <sup>3</sup>
Sistema	Separado aguas pluviales
Eliminación	Por gravedad
Vertido	Cisterna de agua pluvial para reuso, excedencias como aportación al terreno natural.

Tabla 6.6.1 Resumen de datos Instalación Pluvial

## 6.7 Memoria de Instalación Eléctrica

Este proyecto será alimentado por una acometida principal en media tensión, proporcionada por la compañía suministradora; siendo la Comisión Federal de Electricidad, y se ubicará en el Circuito de Investigación en Humanidades (frente a Universum).

El Gabinete para subestación estará ubicado en el segundo sótano del estacionamiento, y estará formado por cuatro secciones (ver detalle plano IE-001) :

- 1) Sección para acometida y equipo de medición de compañía suministradora de energía
- 2) Contenedor de cuchillas, operación sin carga

3) Contenedor de interruptor operación con carga en grupo y apartarrayos.

4) Sector de acoplamiento al adaptador

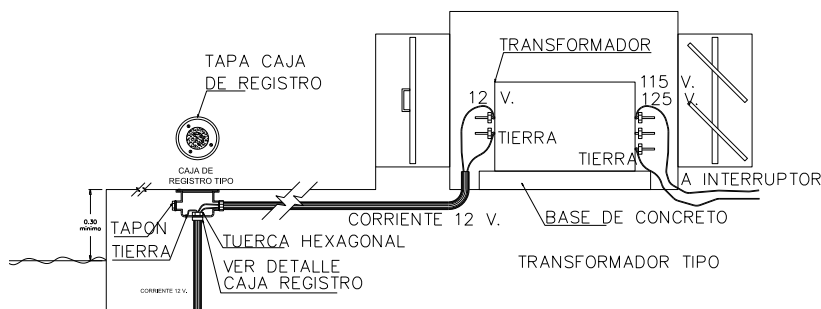


Figura 6.7.1 Detalle de caja de registro de bronce cromado  
Imágenes de elaboración propia

### Especificaciones y Normas Aplicadas

El consumo de energía total del Museo es de 150,000 Kw.

Para el diseño de la red de baja tensión, se proyectarán los circuitos bifásicos revisando la geometría de la carga, y la trayectoria lineal del alimentador al dimensionar la red, teniendo en cuenta la máxima regulación permisible, que para los alimentadores es de 3.0%

Según la Norma NCH 4/84, los tableros serán equipos eléctricos de la instalación en donde se concentrarán los dispositivos de protección y maniobra, por lo tanto el museo contará con un tablero de distribución por área.

Cada sala de exhibición tendrá su propio tablero de distribución, así como cada espacio con el propósito de proteger y operar toda la instalación.

Los tableros de distribución estarán ubicados en lugares seguros y fácilmente accesibles. En general todos los tableros deberán llevar estampadas en forma legible e indeleble la tensión nominal del servicio, la corriente nominal general y el número de fases de alimentación.

El museo contará con un tablero general que controlará los tableros de distribución, y estará ubicado en la zona de administración, esto es dado a que existe más de un tablero de distribución y sus distancias son superiores a 10 metros.

De acuerdo con el R.G.D.F, los Requisitos de Iluminación artificial según los espacios contenidos en el Museo, son los siguientes:

### Exhibiciones

Museos, centros de exposiciones

Salas de exposición	----->	250 luxes
Vestíbulo	----->	150 luxes
Circulaciones	----->	100 luxes
Alimentos y Bebidas (restaurantes)	----->	50 luxes
Tiendas de servicio y servicios diversos	----->	Baños 75 luxes



<b>M</b>	<i>Servicios</i>	
	Oficinas privadas y públicos	
<b>U</b>	Cuando sea preciso apreciar detalles muy finos -----	→ 500 luxes
	<i>Espectáculos y recreación social</i>	
<b>S</b>	Iluminación de emergencia -----	→ 1 lux
<b>E</b>	Circulaciones -----	→ 100 luxes
<b>O</b>	Emergencia en circulaciones y sanitarios -----	→ 30 luxes
	<i>Estacionamiento</i>	
<b>D</b>	Entrada y salida -----	→ 300 luxes
	Espacio de circulación, pasillos, rampas y zonas -----	→ 100 luxes
	Cajones estacionamiento -----	→ 50 luxes
<b>E</b>	Caseta de control -----	→ 200 luxes
<b>L</b>	Pasillos y cajones -----	→ 50 luxes
	<i>Espacios abiertos</i>	
<b>A</b>	Plaza y explanadas (circulaciones) -----	→ 75 luxes

*Descripción de Alumbrado:*

El alumbrado en el área de las salas de exhibición será con lámparas fluorescentes PLT Energy Advange tipo ahorradoras de 33 watts marca Phillips, con bulbo 3U/ 6 tubos, las cuales tienen una temperatura de color de 3,000 kelvin lo que es equivalente a una luz Blanca Neutra adecuada para salas de exhibición.

Además tiene una eficacia luminosa de 2,900 (lm/w) lo que supera y cumple los 250 luxes mínimos que establece el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal para espacios de exhibición.

El alumbrado en el área de Oficinas, será con lámparas fluorescentes tubulares de 39 watts, bulbo T5 de 16 mm, tipo ahorradoras, marca Phillips, su temperatura de color es de 4,000 kelvin lo que es equivalente a una luz Blanca Neutra adecuada para oficinas. Consta de una eficacia luminosa de 3000 (lm/w) superando los 500 luxes mínimos que establece el Reglamento de Construcciones del D.F. para espacios de oficinas.

El alumbrado para estacionamiento será por medio de Luminaria master colour CDM retro white de 4 watts, marca Phillips, con una temperatura de color de 4000 k, produciendo una Luz blanca, adecuada para exteriores.

El alumbrado para la plaza de acceso y terraza, así como espacios exteriores, serán por medio de reflectores por piso con luminaria master colour CDM, retro white, de 250 watts, marca Phillips, de 4000 kelvin, generando luz blanca, el propósito de estas es iluminar fachadas y circulaciones

*Planta de emergencia*

El Museo del Agua contará con una planta de emergencia para evitar la interrupción en la producción de energía eléctrica, esta planta estará ubicada en el segundo sótano del estacionamiento y cumple con el 10 % de la demanda total energía del museo (45,000 watts) según el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Se utilizará una Planta de Emergencia de Gas de la empresa IGSA. De 30 kilowatts, sus dimensiones son 1.60x0.80 x 1.30 metros de alto.

## 6.8 Costos paramétricos

CLAVE	PARTIDA/CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	CD	CD + Inf	CD+Inf+%1	P.U. MN	IMPORTE M.N.
TRABAJOS PRELIMINARES								
1	Trazos y Nivelaciones	m <sup>2</sup>	22,000.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$7,920,000.00
2	Excavación por Medios Mecánicos	m <sup>3</sup>	22,000.00	\$ 114.00	\$ 114.00	\$ 114.00	\$ 114.00	\$2,508,000.00
		m <sup>2</sup> considerados:	22,000.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$474.00
CIMENTACIONES Y CISTERNAS								
3	Cimentación Superficial (zapatas aisladas con trabes de liga)	m <sup>2</sup>	900.000	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$1,728,000.00
4	Cisternas, Fosos, Carcamos y Tanques	m <sup>2</sup>	460.000	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00	\$883,200.00
		m <sup>2</sup> considerados:	22,000.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$118.69
ESTRUCTURA DE ACERO								
5	Estructura Museo	ton	1,689.000	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$22,801,500.00
6	Estructura Estacionamiento	ton	1,409.000	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$ 13,500.00	\$19,021,500.00
		m <sup>2</sup> considerados:	3,098.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$13,500.00



M

U

S

E

O

D

E

L

A

G

U

A

CLAVE	PARTIDA/CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	CD	CD + Inf	CD+Inf+%1	P.U. MN	IMPORTE M.N.
	ALBAÑILERÍA							
7	Sòtano	m <sup>2</sup>	4,400.000	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 660,000.00
8	Planta baja (salas, vestìbulo)	m <sup>2</sup>	12,000.000	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 1,800,000.00
9	Cafetería	m <sup>2</sup>	930.000	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 139,500.00
10	Estacionamiento	m <sup>2</sup>	10,000.000	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 1,500,000.00
								\$ 4,099,500.00
		m <sup>2</sup> considerados	27,330.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$ 150.00
		:						
	INSTALACIÓN HIDRAULICO-SANITARIA							
11	Red Hidráulica General	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 592,380.00
12	Red Sanitaria General	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 11.76	\$ 11.76	\$ 11.76	\$ 11.76	\$ 387,021.60
13	Red Pluvial General	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 17.40	\$ 17.40	\$ 17.40	\$ 17.40	\$ 572,634.00
14	Red Protección Contra Incendio	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 43.20	\$ 43.20	\$ 43.20	\$ 43.20	\$ 1,421,712.00
15	Cuarto de Maquinas	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 16.20	\$ 16.20	\$ 16.20	\$ 16.20	\$ 533,142.00
16	Equipos de Bombeo y Filtros	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 31.20	\$ 31.20	\$ 31.20	\$ 31.20	\$ 1,026,792.00
17	Plantas de Tratamiento	pza	1.000	\$ 840,000.0	\$ 840,000.0	\$ 840,000.0	\$ 840,000.0	\$ 840,000.0
								\$ 5,373,681.60
		m <sup>2</sup> considerados	32,910.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$163.28
		:						

CLAVE	PARTIDA/CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	CD	CD + Inf	CD+Inf+%1	P.U. MN	IMPORTE M.N.	M
	INSTALACIÓN ELECTRICA								
18	Alimentaciones Generales	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 59.13	\$ 59.13	\$ 59.13	\$ 59.13	\$ 1,945,849.82	U
19	Canalizaciones y Cableados Generales	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 41.34	\$ 41.34	\$ 41.34	\$ 41.34	\$ 1,360,420.42	S
20	Equipos (Plantas, Tableros, Transformadores)	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 144.00	\$ 144.00	\$ 144.00	\$ 144.00	\$ 4,739,040.00	E
21	Sistema de Tierras	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 3.72	\$ 3.72	\$ 3.72	\$ 3.72	\$ 122,425.20	
22	Sistema de Pararrayos	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 1.80	\$ 1.80	\$ 1.80	\$ 1.80	\$ 59,238.00	O
23	Acometida CFE	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 34.20	\$ 34.20	\$ 34.20	\$ 34.20	\$ 1,125,522.00	
		m <sup>2</sup> considerados:	32,910.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$ 284.18	D
	ILUMINACIÓN								
24	Lamparas y Luminarias Museo	m <sup>2</sup>	16,000.000	\$ 21.60	\$ 21.60	\$ 21.60	\$ 21.60	\$ 345,600.00	E
25	Lamparas y Luminarias Estacionamiento	m <sup>2</sup>	10,000.000	\$ 75.00	\$ 75.00	\$ 75.00	\$ 75.00	\$ 750,000.00	L
		m <sup>2</sup> considerados:	26,000.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$ 42.14	A
	INSTALACIONES ESPECIALES								
26	Sistema Circuito Cerrado TV	m <sup>2</sup>	32,910.000	\$ 18.60	\$ 18.60	\$ 18.60	\$ 18.60	\$ 612,126.00	G
		m <sup>2</sup> considerados:	32,910.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$ 18.60	U
								\$ 612,126.00	A



M

U

S

E

O

D

E

L

A

G

U

A

CLAVE	PARTIDA/CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	CD	CD + Inf	CD+Inf+%1	P.U. MN	IMPORTE M.N.
	ACABADOS SOTANOS							
27	Estacionamiento	m <sup>2</sup>	10,000.000	\$ 96.00	\$ 96.00	\$ 96.00	\$ 96.00	\$960,000.00
28	Servicios Generales y Bodegas	m <sup>2</sup>	4,400.000	\$ 108.00	\$ 108.00	\$ 108.00	\$ 108.00	\$475,200.00
								\$1,435,200.00
		m <sup>2</sup> considerados:	14,400.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$99.67
	ACABADOS MUSEO							
29	Museo	m <sup>2</sup>	12,930.000	\$ 8,712.00	\$ 8,712.00	\$ 8,712.00	\$ 8,712.00	\$112,646,160.00
		m <sup>2</sup> considerados:	12,930.000				\$/m <sup>2</sup> parametrico:	\$8,712.00

---

**RESUMEN**


---

TRABAJOS PRELIMINARES		\$ 10,428,000.00	
CIMENTACIONES Y CISTERNAS		\$ 2,611,200.00	
ESTRUCTURA (vigas y columnas de acero)		\$ 41,823,000.00	
ALBAÑILERÍA		\$ 4,099,500.00	
INSTALACIÓN HIDRAULICO-SANITARIA		\$ 5,373,681.60	
INSTALACIÓN ELECTRICA		\$ 9,352,495.44	
ILUMINACIÓN		\$ 1,095,600.00	
INSTALACIONES ESPECIALES		\$ 612,126.00	
ACABADOS SOTANOS		\$ 1,435,200.00	
ACABADOS MUSEO		\$ 112,646,160.00	
			SUB TOTAL:
			\$ 189,476,963.04
	5.00%		INDIRECTOS:
			\$ 9,473,848.15
			GRAN TOTAL:
			\$ 198,950,811.19
	M <sup>2</sup> Construcción	32,910.00	
			Costo / m <sup>2</sup> Construido:
			\$ 6,045.30

---

Siendo el costo paramétrico del proyecto Museo del Agua Costos directos + Costos Indirectos \$ 198,950,811.19 MN

M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A





M

## 6.9 Factibilidad del proyecto

U

Uno de los mayores problemas al que nos enfrentamos cuando se propone una edificación nueva, es el impacto ambiental que esta podría tener, por lo que se tomó en cuenta la “Estrategia de Universidad Sustentable” impulsada por la UNAM, preocupada por la crisis ambiental global que demanda cambios urgentes en el modelo de desarrollo actual, dirigidos a construir un mejor futuro.

S

E

O

D

E

La Universidad ha realizado diversos esfuerzos para que su operación sea más amigable con el entorno, en acciones y programas como el ahorro de agua, energía, reciclaje de materiales, disminución de gases contaminantes, así como el diseño de los Lineamientos en materia de construcción sustentable, que servirán de guía para el diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como para remodelaciones en las ya existentes, dentro de esto destaca el incremento de áreas verdes en el campus y promover la generación de economías locales sustentables.

L

A

G

El proyecto Museo del Agua trata de apegarse a esta estrategia, teniendo como objetivo principal, ser un edificio sustentable, amigable con el entorno en cuanto a materiales y aprovechamiento del sitio, así como utilizar la azotea verde como fachada principal, reutilizar el agua y ahorrar energía por medio de la estrategia de diseño aplicada, eliminar por completo los sistemas mecánicos de climatización, logrando así una armonía con el medio ambiente y el contexto.

U

A

En particular, el tema “Museo” aportará conocimientos, creará conciencia y formará una cultura acerca del cuidado del agua, que dentro de una universidad tan prestigiada complementará los espacios destinados a la difusión.

Y en general, en México no existe un museo dedicado al tema del cuidado del agua, siendo este un modelo a seguir.

La inversión inicial es grande, pero se recuperará rápidamente debido a la implementación de materiales que no necesitan de mucho mantenimiento y materiales de la región, así como la reducción del consumo de energía y ahorro de agua.

Por lo que consideramos factible el diseño, la planeación y la construcción de nuestro proyecto, ya que cubrimos las necesidades básicas de habitabilidad como son: Dotación de agua potable; dotación de energía eléctrica; Infraestructura y de acuerdo al análisis de costos existen las posibilidades financieras para su conclusión. Así como el beneficio a gran parte de la población universitaria y mexicana, y entrará en armonía con las construcciones inmediatas del sitio, sin ninguna afectación al contexto.

## 7. Conclusiones finales

Los museos en general, cumplen ciertas funciones, tales como la Documentación, Conservación, Difusión e Investigación, siendo estos dos últimos los que están muy marcados en el Museo del Agua debido a los objetivos planteados para el mismo, que son la difusión del conocimiento acerca del cuidado del agua, la concientización de la población hacia este recurso y crear una nueva cultura hacia el uso correcto del mismo.

A su vez, la Investigación es una parte fundamental para nuestro museo, ya que se encargará de estudiar las necesidades científicas, publicarlas y difundirlas, programar actividades y lo más importante la Museografía, por lo que se le asigna un espacio importante a esta área, formado por talleres y áreas de trabajo en una zona privada.

La elección del tema “Museo del Agua”, no es más que la problemática social y ambiental actual acerca del uso del agua.

El tema tiene dos vertientes, la primera es cuando se convierte en un problema social y nos damos cuenta el escaso conocimiento e información que la población tiene hacia el uso del agua, esto genera escasez, contaminación, enfermedades etc., transformándose en la segunda vertiente de la problemática, que es el deterioro ambiental.

De igual forma según los resultados arrojados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), no existe un museo en la república mexicana dedicado especialmente a este recurso, por lo que decidimos darle esta temática y que mejor que en la zona cultural de Ciudad Universitaria, la cual nos permite apegarnos a los nuevos lineamientos de construcciones sustentables en la UNAM, tomando como concepto que rige al proyecto “La Sustentabilidad”, y utilizando como fachada principal la azotea verde para no romper con el contexto inmediato.

Nuestro conjunto arquitectónico se vincula con el Museo de las Ciencias “UNIVERSUM” por medio de los espacios abiertos de ambos, con el objetivo de complementar el recorrido cultural del visitante, sin el afán de competir entre ellos. Así es como se logró proyectar el sendero en la azotea, flanqueado por una azotea verde.

Este análogo (UNIVERSUM) junto con el Papalote Museo del Niño y el Museo Modelo de Ciencias e Industrias (MUMCI), nos dieron una idea muy clara de lo que es un espacio expositivo interactivo y contemporáneo, creando así el recorrido actual del Museo del Agua.

Uno de los objetivos cumplidos fue lograr un edificio sustentable a base de tecnologías limpias, como el recidaje de aguas negras y grises por medio de una planta de tratamiento compacta, para la reutilización de la misma en sanitarios, así como la captación de agua pluvial para el riego de las azoteas verdes, aportando los excedentes al subsuelo por medio de pozos de absorción; También se eliminaron los sistemas mecánicos de climatización, sustituidos por el uso de un vidrio solar en fachadas, y la misma azotea verde permite un clima interior adecuado, igualmente se orientó el edificio de forma que los vientos dominantes ayudarán a ventilar naturalmente los espacios. Asimismo se emplearon lámparas de bajo consumo eléctrico y se redujeron las luminarias.

Creo que en general con esta tesis se colaboró con la solución al problema socio-ambiental que va generando controversias con el paso del tiempo. Al mismo tiempo se logró satisfacer las necesidades del usuario así como las del visitante, proyectando espacios adecuados para cada una de las actividades planteadas en el museo.

El conjunto arquitectónico es un desarrollo a largo plazo, ya que según la normatividad de la UNAM, no se permiten construcciones nuevas dentro de la institución, pero hemos solucionado un proyecto que puede servir de modelo para muchas otras ciudades del país que pretendan difundir el conocimiento acerca del uso correcto del agua.



M  
U  
S  
E  
O  
D  
E  
L  
A  
G  
U  
A

## Bibliografía

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)  
Programa Nacional Hídrico 2007 – 2012  
México, Distrito Federal  
Edit. SEMARNAT
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)  
<http://www.cna.gob.mx>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
Perspectivas del Medio Ambiente Mundial  
Barcelona, España  
Edit. Mundi-Prensa
- <http://www.museosdemexico.org>
- International Council of Museums (ICOM)  
<http://www.icommexico.org/>  
<http://icom.museum/>
- Gant, María Luisa  
Arte, Museos y Nuevas Tecnologías  
España  
Edit. TREA
- Aguilar, Juan Manuel  
Museos y Parques Arqueológicos, Breve síntesis histórica  
México, D.F.  
Edit. INAH
- Museo de la Universidad de San Carlos  
<http://www.musacenlinea.org/>
- Alonso, Norma Edith  
Un museo para todos, el diseño museográfico en función de los visitantes  
Estado de México, México  
UNAM
- Papalote Museo del Niño  
<http://papalote.org.mx/>
- Museo Modelo de Ciencias e Industria  
<http://www.mumci.org/>
- Museo de las Ciencias  
<http://www.universum.unam.mx/>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)  
<http://www.inah.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA)  
<http://www.cnap.bellasartes.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI)  
<http://www.inegi.org.mx/>
- Series Estadísticas UNAM 2000 – 2012  
<http://www.estadistica.unam.mx/>
- Dirección General de Obras y Conservación (D.G.O.C. UNAM)  
<http://www.obras.unam.mx/>
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y Normas Técnicas Complementarias
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)