



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAestrÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL – CONSTRUCCIÓN

FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA BÁSICA  
MEDIANTE LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL ESTADO FÍSICO DE LOS  
INMUEBLES ESCOLARES EN EL DISTRITO FEDERAL

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

PRESENTA:  
PARIS AYAX TAPIA ESCALERA

TUTOR PRINCIPAL  
M. I. SALVADOR DÍAZ DÍAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. DICIEMBRE 2013



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.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Ing. Mendoza Sánchez Ernesto René

Secretario: M. I. Mendoza Rosas Marco Tulio

Vocal: M. I. Díaz Díaz Salvador

1 er. Suplente: M. I. Candelas Ramírez Luis

2 d o. Suplente: M. I. Narcia Morales Carlos

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: MÉXICO DISTRITO FEDERAL

**TUTOR DE TESIS:**

M. I. Díaz Díaz Salvador

-----  
**FIRMA**

*(Segunda hoja)*



# ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN.....	XVI
CAPÍTULO I GENERALIDADES .....	1
1.1 Introducción Capitular.....	2
1.2 Estructura del Sistema Educativo.....	3
1.2.1 Estructura del Sistema Educativo Mexicano .....	3
1.3 Educación Básica .....	4
1.4 Infraestructura Física de la Educación Básica en México.....	5
1.4.1 Antecedentes .....	5
1.4.2 Estado de la Infraestructura Física Educativa.....	7
1.4.3 Recursos Económicos Destinados a la Infraestructura Física Educativa.....	13
1.5 Aportación de la Investigación a la Problemática del Mal Estado de la Infraestructura Física Educativa .....	15
1.6 Conclusiones Capitulares .....	16
CAPÍTULO II REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DE LOS INMUEBLES ESCOLARES EN EL DISTRITO FEDERAL .....	18
2.1 Introducción Capitular.....	19
2.2 Generalidades .....	20
2.3 Proyecto Arquitectónico .....	20
2.3.1 Criterios básicos .....	21
2.3.2 Accesos.....	31
2.3.3 Rutas accesibles.....	32
2.3.4 Rampas .....	32
2.3.5 Escaleras.....	33
2.3.5 Salidas de emergencia.....	33
2.3.6 Evaluación .....	34
2.4 Proyecto Estructural.....	34
2.4.1 Procedimiento de la evaluación .....	35
2.4.2 Criterios generales de la evaluación .....	37
2.5 Instalaciones de Servicios.....	40
2.5.1 Instalaciones Eléctricas .....	40

2.5.2 Instalaciones hidrosanitarias.....	43
2.5.3 Evaluación .....	50
2.6 Imagen.....	52
2.6.1 Preescolar.....	52
2.6.2 Primaria .....	53
2.6.3 Secundaria .....	53
2.6.4 Evaluación .....	54
2.7 Estudios de factibilidad .....	54
2.8 Conclusión capitular.....	55
<b>CAPÍTULO III CLASIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS INMUEBLES ESCOLARES .....</b>	<b>56</b>
3.1 Introducción Capitular.....	57
3.2 Generalidades .....	58
3.3 Seguridad.....	59
3.3.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la seguridad .....	60
3.4 Funcionalidad .....	60
3.4.1 Utilización.....	61
3.4.2 Accesibilidad.....	62
3.5 Higiene .....	63
3.5.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la higiene .....	64
3.6 Imagen Urbana.....	65
3.6.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la imagen urbana.....	65
3.7 Priorización de las necesidades de los inmuebles .....	66
3.7.1 Método de ponderación de variables .....	66
3.7.2 Aplicación del método de ponderación a la clasificación de las necesidades de los inmuebles.....	68
3.8 Conclusión capitular .....	74
<b>CAPÍTULO IV TOMA DE DECISIONES.....</b>	<b>75</b>
4.1 Introducción Capitular.....	76
4.2 Generalidades .....	77
4.3 Rehabilitación, reestructuración y sustitución.....	77
4.3.1 Rehabilitación.....	77

---

4.3.2 Reestructuración .....	78
4.3.3 Sustitución .....	78
4.4 Teoría de decisiones .....	78
4.4.1 Elementos de un proceso de decisión .....	79
4.4.2 Acciones posibles frente a un problema .....	80
4.4.3 Etapas del proceso decisorio .....	81
4.4.4 Los modelos .....	82
4.5 Proceso Analítico Jerárquico .....	83
4.5.1 Aplicaciones .....	84
4.5.2 Ventajas .....	84
4.5.3 Metodología del Proceso Analítico Jerárquico .....	84
4.6 Conclusiones capitulares .....	94
CAPÍTULO V APLICACIÓN DEL MÉTODO A UN CASO PRÁCTICO .....	96
5.1 Introducción Capitular .....	97
5.2 Generalidades .....	98
5.3 Escuela secundaria diurna núm. 24 Leona Vicario .....	98
5.3.1 Levantamiento de necesidades .....	98
5.3.2 Evaluación de alternativas .....	100
5.4 Escuela primaria Aurelio Maldonado .....	103
5.4.1 Levantamiento de necesidades .....	103
5.4.2 Evaluación de alternativas .....	104
5.5 Elección del inmueble prioritario .....	106
5.6 Conclusiones capitulares .....	108
CONCLUSIONES GENERALES .....	110
BIBLIOGRAFÍA .....	111
ANEXO A FOTOGRAFÍAS DE LOS INMUEBLES ESCOLARES ANALIZADOS .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Escuelas con infraestructura en mal estado.....	8
Tabla 1. 2 Escuelas con equipamiento en mal estado .....	9
Tabla 1. 3 Escuelas con infraestructura y equipamiento en mal estado .....	10
Tabla 1. 4 Factores escolares que afectan el aprovechamiento .....	12
Tabla 2. 1 Requisitos dimensionales mínimos para Jardín de niños .....	21
Tabla 2. 2 Modelo arquitectónico para Jardín de niños.....	21
Tabla 2. 3 Requisitos dimensionales mínimos para escuelas Primarias.....	24
Tabla 2. 4 Modelo arquitectónico para escuelas Primarias .....	24
Tabla 2. 5 Requisitos dimensionales para escuelas Secundarias .....	26
Tabla 2. 6 Modelo arquitectónico para escuelas Secundarias .....	27
Tabla 2. 7 Modelo arquitectónico para Telesecundarias .....	29
Tabla 2. 8 Niveles de iluminación mínimos.....	41
Tabla 2. 9 Dimensiones mínimas de los espacios para accesorios sanitarios .....	46
Tabla 2. 10 Requerimientos mínimos de mobiliario de servicios .....	47
Tabla 2. 11 Alturas para mobiliario .....	50
Tabla 3. 1 Matriz de relaciones de los grupos de necesidades .....	69
Tabla 3. 2 Total de influencia y dependencia de la matriz de relaciones .....	70
Tabla 3. 3 Valores para el análisis de ponderación .....	71
Tabla 4. 1 Escala de importancia Relativa .....	87
Tabla 4. 2 Matriz A para el caso de estudio de la tesis .....	88
Tabla 4. 3 Suma por columna de la Matriz A .....	89
Tabla 4. 4 Matriz A' .....	90
Tabla 4. 5 Matriz A con pesos relativos (Matriz W) .....	90
Tabla 4. 6 Valores de CA de acuerdo con el tamaño de la matriz n.....	92
Tabla 5. 1 Lista de necesidades Escuela Leona Vicario .....	99
Tabla 5. 2 Matriz para criterio de Seguridad.....	100
Tabla 5. 3 Matriz para criterio de Funcionalidad .....	100
Tabla 5. 4 Matriz para criterio de Higiene.....	101
Tabla 5. 5 Matriz para criterio de Imagen Urbana .....	101
Tabla 5. 6 Matriz de pesos relativos de los criterios de evaluación.....	102
Tabla 5. 7 Pesos de las alternativas escuela Leona Vicario .....	102
Tabla 5. 8 Lista de necesidades escuela Aurelio Maldonado .....	103
Tabla 5. 9 Matriz para criterio de Seguridad.....	104

Tabla 5. 10 Matriz para criterio de Funcionalidad .....	105
Tabla 5. 11 Matriz para criterio de Higiene.....	105
Tabla 5. 12 Matriz para criterio de Imagen Urbana .....	105
Tabla 5. 13 Pesos de las alternativas escuela Aurelio Maldonado.....	106
Tabla 5. 14 Pesos relativos de la alternativa de la escuela Leona Vicario .....	107
Tabla 5. 15 Pesos relativos de la alternativa de la escuela Aurelio Maldonado .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Estructura del sistema educativo .....	3
Figura 1. 2 Distribución territorial de escuelas con infraestructura en mal estado.....	9
Figura 1. 3 Distribución territorial de escuelas con equipamiento en mal estado .....	10
Figura 2. 1 Código cromático preescolar.....	52
Figura 2. 2 Código cromático Primarias .....	53
Figura 2. 3 Código cromático Secundarias .....	53
Figura 3. 1 Clasificación de las necesidades de los inmuebles escolares.....	59
Figura 3. 2 Plano cartesiano del método de ponderación .....	67
Figura 3. 3 Límites de zonas del método de ponderación .....	72
Figura 3. 4 Ubicación de las variables en el plano cartesiano de ponderación .....	72
Figura 3. 5 Comprobación mediante el software Mic Mac.....	73
Figura 3. 6 Priorización de las necesidades de los inmuebles escolares.....	73
Figura 4. 1 Alternativas para el mantenimiento de los inmuebles escolares .....	79
Figura 4. 2 Etapas del proceso decisorio.....	81
Figura 4. 3 Representación Jerárquica del problema.....	85
Figura 4. 4 Representación jerárquica del problema de estudio de la tesis .....	86
Figura 4. 5 Matriz A .....	88

# INTRODUCCIÓN

---

## **Exposición del tema**

Esta investigación está enfocada en proponer una metodología que sirva como herramienta para conocer las condiciones específicas en que se encuentran los inmuebles educativos de nivel básico en la Ciudad de México, para encontrar las necesidades de éstos y en base a ello llevar a cabo una toma de decisiones sobre cuál inmueble requiere con más prioridad su mantenimiento, para que cumpla con los requerimientos adecuados, haciéndolo funcional.

## **Justificación de motivos para emprender la investigación**

Actualmente en el Distrito Federal no existe ningún tipo de herramienta práctica que permita evaluar el estado físico de los inmuebles escolares a detalle, ya que lo único que existe son formatos cuyo llenado se limita únicamente a los aspectos generales de la infraestructura, obteniendo resultados imprecisos que no permiten una valoración adecuada y entorpecen el procedimiento para priorizar los inmuebles en cuanto a mantenimiento.

Es necesario tener puntualizadas las necesidades de los inmuebles escolares para que con ello se haga una clasificación de los mismos y se elija así que tipo de mantenimiento es más óptimo para cada uno de ellos, para que con esto se lleve una mejor administración de los recursos públicos, ya que al conocer las necesidades específicas que tienen los inmuebles es posible el aplicar mejores procedimientos constructivos con menores costos y mayor eficiencia para poder llevar a cabo la corrección dichas necesidades.

Muchas veces en la práctica para elegir a que inmueble escolar se le asignan más recursos obedece a razones personales que benefician a quienes los asignan y a terceras personas, dejando de lado a los inmuebles que realmente los necesitan, y perjudicando al desarrollo integral de los educandos haciendo así un rezago educativo.

Todas las necesidades que presenten los inmuebles son importantes pero debemos tomar en cuenta que existen necesidades más importantes que otras y que no se deben de minimizar, como lo hacen los formatos ya establecidos y las personas encargadas de éstos, por lo que en este trabajo de investigación se da a conocer un método que permite jerarquizar desde un criterio analítico las necesidades y con esto a los propios inmuebles, evitando así una decisión aleatoria.

### ***Hipótesis formuladas***

Este trabajo de investigación comenzó con el planteamiento de las siguientes hipótesis:

- ❑ La infraestructura física educativa en mal estado impacta en el desarrollo integral de los educandos y los docentes porque no tienen las condiciones adecuadas para alcanzar un aprendizaje efectivo.
- ❑ Actualmente en México el mantenimiento de las escuelas públicas de nivel básico se elige en base a los costos de éste y no a las necesidades que requiere, haciendo un mal uso de los recursos económicos.
- ❑ Los procesos de evaluación de los inmuebles escolares en mal estado son muy generales dejando de lado muchas necesidades secundarias sin cubrir, que posteriormente se pueden volver problemas importantes para el inmueble.
- ❑ Los procesos burocráticos para la evaluación y el diagnóstico de las necesidades de los inmuebles hacen que sea un proceso sumamente largo, que para cuando es aprobado los inmuebles ya tienen otras necesidades que cubrir.
- ❑ Actualmente no existe una clasificación general de las necesidades que presentan los inmuebles escolares en mal estado, dificultando la priorización de las mismas y así mismo de los inmuebles.
- ❑ Actualmente en la normativa mexicana no existe ningún tipo de priorización de las necesidades de los inmuebles escolares obstaculizando la elección para las instituciones gubernamentales de asignar adecuadamente el recurso público a las escuelas que tienen mayor necesidad de éste.
- ❑ La elección del tipo de mantenimiento de los inmuebles escolares se basa muchas veces en cuestiones empíricas dando como resultado malas decisiones que provocan el derroche de los recursos económicos.
- ❑ Muchas veces el proceso decisorio de elegir qué tipo de mantenimiento se debe de asignar a los inmuebles y posteriormente cuál de éstos es prioritario se dificulta, ya que no existe una herramienta de fácil acceso que auxilie a tomar esa decisión, volviendo el proceso largo y tedioso.

### ***Objetivos de la tesis***

Los objetivos que se persiguen en esta investigación son:

- ▶ Presentar una herramienta práctica que ayude a diagnosticar los inmuebles escolares y en base a ello elegir de manera acertada que tipo de mantenimiento le corresponde.

- ▶ Priorizar las necesidades de la infraestructura física educativa.
- ▶ Ayudar al buen manejo del recurso económico público destinado al mantenimiento de los inmuebles escolares en mal estado.
- ▶ Facilitar la evaluación y el diagnóstico de las necesidades de los inmuebles escolares, para que aquellos técnicos que no vengan referenciados de una institución lo puedan hacer.
- ▶ Proponer un modelo que ayude a que la elección de los inmuebles prioritarios sea sencilla y práctica.

### ***Estructura general del trabajo***

La tesis está conformada por cinco capítulos. En el primer capítulo de esta investigación se plantea la problemática de los inmuebles escolares de educación básica en mal estado y el porqué es necesario llevar a cabo un mantenimiento correctivo de éstos.

En el capítulo II “Revisión y diagnóstico de los inmuebles escolares en el Distrito Federal” se describen los principales lineamientos requeridos en cuanto al diseño arquitectónico, seguridad estructural, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias e imagen, con los que deben de contar los inmuebles escolares de educación básica del sector público para tener un funcionamiento correcto.

En el capítulo III se propone clasificar las necesidades de los inmuebles escolares en los grupos de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana y así mismo se establece un orden de importancia de estas clasificaciones, para llevar a cabo así una evaluación de la prioridad de los inmuebles, es decir conocer cuáles de éstos son aquellos a los que se les debe prestar mayor atención para su modernización y asignar así mejor los recursos.

En el capítulo IV se presentan las herramientas (jerarquización analítica) y fundamentos que ayuden a escoger en base a las necesidades de los inmuebles, si se lleva a cabo una rehabilitación, reestructuración, o sustitución como posible solución a su mantenimiento, además de que también se establece la forma de elegir la prioridad de un inmueble sobre otro.

En el capítulo V se aplica el método completo que se desarrollo en los capítulos anteriores a un caso práctico de 2 inmuebles educativos de nivel básico en mal estado. Finalmente se presentan las conclusiones generales de la tesis y la bibliografía utilizada, al igual que los anexos correspondientes.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

---

## 1.1 Introducción Capitular

- a) **Objetivo particular:** Describir los conceptos generales que se abordaran en toda la investigación, dar a conocer la problemática que existe en México referente al estado de la infraestructura física educativa y la asignación de recursos a la misma. Así como explicar la importancia de este trabajo de investigación.

Una vez conocidas las pautas generales se iniciará a detallar la metodología de la investigación.

- b) **Descripción:** En una primera instancia se presenta la estructura del sistema educativo y porque se eligió a la educación básica en el tema de esta investigación. Posteriormente se hace énfasis en lo que es la infraestructura física educativa, las condiciones en las que se encuentra en México, su importancia y el recurso designado a ella, para ayudar a entender estos aspectos se dan a conocer algunos datos estadísticos.

Para finalizar se presenta la forma en que la tesis va a abordar los temas de investigación y la aportación que tiene en la problemática referente al mal estado de la infraestructura física educativa.

- c) **Técnicas y fuentes de información:** La literatura que fue consultada fueron los estudios realizados por la Alianza Por la Calidad de la Educación y Mexicanos Primero junto Fundación Idea referentes a la infraestructura educativa. En cuanto a leyes se consultó la Ley General de la Infraestructura Física Educativa. Se complemento la información con artículos del portal periodístico de educación, Educación a Debate. Finalmente se complementaron los datos estadísticos consultando la página web de la INEGI.
- d) **Limitaciones:** Información estadística no actualizada al 2013 (2008-2011).

## 1.2 Estructura del Sistema Educativo

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura el sistema educativo lo clasifica de la siguiente manera:

Figura 1. 1 Estructura del sistema educativo

Nivel 8	• Doctorado o equivalente
Nivel 7	• Maestría o equivalente
Nivel 6	• Licenciatura o equivalente
Nivel 5	• Educación terciaria de ciclo corto
Nivel 4	• Educación postsecundaria no terciaria
Nivel 3	• Educación secundaria alta
Nivel 2	• Educación secundaria baja
Nivel 1	• Educación primaria
Nivel 0	• Educación de la primera infancia

**Fuente:** Clasificación Internacional Normalizada de la Educación, CINE 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO

### 1.2.1 Estructura del Sistema Educativo Mexicano

En México, la Secretaría de Educación Pública<sup>1</sup> estructura el sistema educativo de la siguiente manera:

#### ► Educación inicial

Actualmente Educación Inicial es una realidad mundial, indispensable para garantizar el óptimo desarrollo de los niños y las niñas. La importancia que tienen los primeros años de vida en

<sup>1</sup> La SEP es la institución que tiene como propósito esencial crear condiciones que permitan asegurar el acceso de todas las mexicanas y mexicanos a una educación de calidad, en el nivel y modalidad que la requieran y en el lugar donde la demanden.

la formación del individuo, requiere que los agentes educativos que trabajan en favor de la niñez, cuenten con conocimientos, habilidades y actitudes adecuados para elevar la calidad del servicio que se ofrece. Es un servicio educativo para niñas y niños menores a los seis años de edad, indispensable para garantizar su óptima formación y desarrollo.

▶ **Educación básica**

Servicio educativo para niñas y niños a partir de los seis años de edad, para que adquieran conocimientos fundamentales.

▶ **Educación media superior**

La educación media superior en México es el período de estudio de entre dos y tres años en sistema escolarizado por el que se adquieren competencias académicas medias para poder ingresar a la educación superior. Se le conoce como bachillerato o preparatoria.

▶ **Educación superior**

Es en donde se adquieren conocimientos, destrezas y competencias académicas o profesionales intermedias que conducen a un primer título o a una certificación equivalente.

Cabe mencionar que en esta estructuración hacen falta los niveles de especialización, maestría y doctorado.

## **1.3 Educación Básica**

El Sistema Educativo Mexicano tiene su mandato en el marco jurídico nacional relativo a la educación, el cual está integrado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y por la Ley General de Educación. En la primera, especialmente el Artículo 3º, dispone la obligación que tiene el Estado de brindar educación básica, laica y gratuita a la población en igualdad de oportunidades, así como promover la enseñanza de los niveles educativos superiores.

La educación básica recibe ese nombre porque representa la educación esencial y fundamental que sirve para adquirir cualquier otra preparación en la vida del individuo, porque representa el aprendizaje de los elementos necesarios para poder desenvolverse en la sociedad y dentro de su cultura, porque es la educación obligatoria que han de recibir todos los futuros ciudadanos.

Dada la importancia que tiene la educación básica en la formación de una persona es vital que cuente con un ambiente adecuado para poder garantizar su buen aprendizaje. Dicho ambiente comienza con la infraestructura física educativa, por lo que es importante que ésta se encuentre en un buen estado que garantice su seguridad, funcionalidad, condiciones propicias al aprendizaje etc.

La educación básica comprende en México<sup>2</sup> lo que se conoce como primaria y secundaria, solamente 9 años de escolaridad, mientras que en otros países, los desarrollados, además de iniciarse en la educación preescolar representa hasta 14 años.

## 1.4 Infraestructura Física de la Educación Básica en México

### 1.4.1 Antecedentes

La infraestructura física educativa se puede definir de la siguiente manera:

**“Artículo 4.** Por infraestructura física educativa se entiende los inmuebles destinados a la educación impartida por el Estado y los particulares con autorización o reconocimiento de validez oficial de estudios, en el marco del sistema educativo nacional, en términos de la ley General de Educación, así como a los servicios e instalaciones necesarias para su correcta operación”<sup>3</sup>

La NMX-R-021-SCFI-2005 *Escuelas –Calidad de la infraestructura física educativa – Requisitos*, establece una clasificación de la infraestructura física educativa de acuerdo a sus condiciones físicas, la cual es la siguiente:

- Tipo 1: Infraestructura física educativa nueva. Se refiere a aquella que iniciará su proceso de construcción.
- Tipo 2: Infraestructura física educativa existente. Es aquella ya construida que requiere cambios o correcciones para mejorar su funcionamiento.
- Tipo 3: Infraestructura física educativa existente: Igual que la anterior se refiere a los inmuebles ya construidos que no requieren cambios para mejorar su funcionamiento.

Para efectos de esta tesis se va a aplicar la metodología propuesta a la infraestructura física educativa tipo 2, es decir a aquellos inmuebles que necesiten correcciones o mantenimiento para mejorar su funcionamiento.

<sup>2</sup> Según la Secretaría de Educación Pública. Datos tomados de <http://www.sep.gob.mx>

<sup>3</sup> Secretaria de Educación Pública. *Ley General de la Infraestructura Física Educativa*. Año 2008, México.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012<sup>4</sup> se reconocen como principales rezagos del Sistema Educativo Nacional los atrasos y desigualdades en la infraestructura educativa: el 14% de las primarias presenta cuarteaduras en sus edificaciones; en secundaria, solo el 50% de los planteles se encuentra en un nivel óptimo; únicamente el 40% de las escuelas cuenta con salón de cómputo y biblioteca, y la proporción de escuelas con laboratorios de física, química y biología es todavía menor.

Al respecto, en el Programa Sectorial de Educación (PSE) 2007-2012 se estableció la estrategia de “fortalecer la infraestructura escolar” con dos líneas de acción: “Establecer y promover el cumplimiento de estándares mínimos de adecuación y actualización de la infraestructura escolar” y “Realizar un censo para conocer el estado de la infraestructura de las escuelas que imparten educación básica”.

En el 2008 se realizaron dos cambios en la política educativa: se expidió la Ley General de la Infraestructura Física Educativa (LGIFE) y se formalizó la Alianza por la Calidad de la Educación por parte del Gobierno Federal, los gobiernos estatales y el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación.

La LGIFE tiene como principales propósitos: regular la infraestructura de las escuelas del Sistema Educativo Nacional (SEN); establecer los lineamientos generales para la construcción, equipamiento, mantenimiento, rehabilitación, reforzamiento, reconstrucción y habilitación de inmuebles e instalaciones destinados al servicio del SEN; generar procesos de planeación, a fin de que los recursos se apliquen con mayor pertinencia, crear mecanismos para prevenir y dar respuestas a las contingencias derivadas de desastres naturales en la infraestructura física educativa nacional, coordinar acciones para optimizar los recursos, homologar los procesos, y promover la participación de las instituciones públicas del país y de las diferentes órdenes de gobierno para la toma de decisiones.

La Alianza por la Calidad de la Educación se sustentó en cinco ejes de trabajo: modernización de los centros escolares, profesionalización de los maestros y las autoridades educativas, bienestar y desarrollo integral de los alumnos, formación integral de los alumnos para la vida y el trabajo, y evaluar para mejorar, con metas que se iniciaron en el ciclo escolar 2008-2009.

En el primer eje de Alianza por la Calidad de la Educación se prevé modernizar los centros escolares con el propósito de garantizar que los espacios educativos sean lugares dignos, libres de

---

<sup>4</sup> El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y, sobre todo, responsables.

riesgos, que sirvan a la comunidad, que cuenten con la infraestructura, equipamiento y tecnología de vanguardia, y apropiados para enseñar y aprender.

#### 1.4.2 Estado de la Infraestructura Física Educativa

Si tomamos en cuenta que:

“**Artículo 7.** La infraestructura física educativa del país deberá cumplir requisitos de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia, de acuerdo con la política educativa determinada por el Estado –Federación, estados, Distrito Federal y municipios–, con base en lo establecido en el artículo 3º constitucional; la Ley General de Educación; las leyes estatales de educación y del Distrito Federal; el Plan Nacional de Desarrollo; el Programas Sectorial; los programas educativos estatales y del Distrito Federal, así como los programas de desarrollo regional”.<sup>5</sup>

Podemos establecer que un inmueble en mal estado es aquel que no cumple con los requisitos mínimos de calidad, seguridad, funcionalidad, higiene y habitabilidad, y por consiguiente no está en condiciones dignas de servir a la comunidad y en algunos casos pueden representar riesgos a los alumnos y personal docente que habitan en ellos<sup>6</sup>.

De acuerdo con el estudio<sup>7</sup> que realizó Alianza en el año 2008 se encontraron que 27 162 escuelas públicas de educación básica, donde estudian dos millones 620 mil 409 alumnos, se clasificaron en malo, muy malo y pésimo estado; así como el equipamiento de 14 529 escuelas públicas de educación básica se encontraba en estado malo o pésimo. Dentro de estos universos, 4 364 escuelas donde acuden 521 535 alumnos, tienen tanto infraestructura como equipamiento en mal estado, de las que 3 867 son primarias donde estudian 420 239 pequeños y 497 son secundarias con 101 296 alumnos.

Cabe destacar que para este estudio se tomo como infraestructura: el agua potable, sanitario, materiales en pisos, muros y techos. Mientras que en equipamiento: sillas, bancas, pizarrones y otros tipos de mobiliario. Los problemas más señalados de infraestructura son fugas

---

<sup>5</sup> Secretaria de Educación Pública. *Ley General de la Infraestructura Física Educativa*. Año 2007, México. Página: 3

<sup>6</sup> De acuerdo al artículo 174 del *Reglamento de Construcciones del Distrito Federal*, los inmuebles escolares se encuentran en el grupo A de las edificaciones; Es decir se tratan de edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un elevado número de vidas, o bien pérdidas económicas excepcionalmente altas.

<sup>7</sup> La Alianza por la Calidad de la Educación realizó un levantamiento para conocer el número de escuelas de educación básica que encontraban en estado regular, malo, muy malo o pésimo. En dicho estudio se encuentra el Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento.

en tuberías, cables expuestos, corrosión de acero estructural, encharcamiento en losas, humedad o salitre en muros y vibración excesiva en circulaciones o escaleras, entre otros. Nos damos cuenta que estas variables establecidas tienen que ver únicamente con la higiene y funcionalidad de los inmuebles escolares, por lo que si se suman a los datos antes expuestos, se tendrá un mayor número de escuelas consideradas en mal estado, y que no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad y habitabilidad.

De las escuelas con infraestructura en mal estado 14 344 son primarias que atienden a un 1 649 587 alumnos y 3 314 secundarias, donde estudian 531 325 adolescentes. Por otra parte las escuelas con equipamiento en mal estado son 12 631 primarias y 1 989 son secundarias.

En el rubro de infraestructura, equipamiento y bajo rendimiento 4 904 escuelas con 475 393 alumnos acumulan tanto instalaciones en mal estado como bajo rendimiento escolar, de las cuales 2 800 son primarias con 162 231 alumnos, y 2 104 son secundarias con 313 162 estudiantes.

En cuanto al estado de las aulas es pésimo en 75 % de los casos, malo entre 40 y 75 % y regular en entre 20 y 40 %. En los planteles considerados en buen estado de manera general por lo menos 20% de los salones está en mal estado.

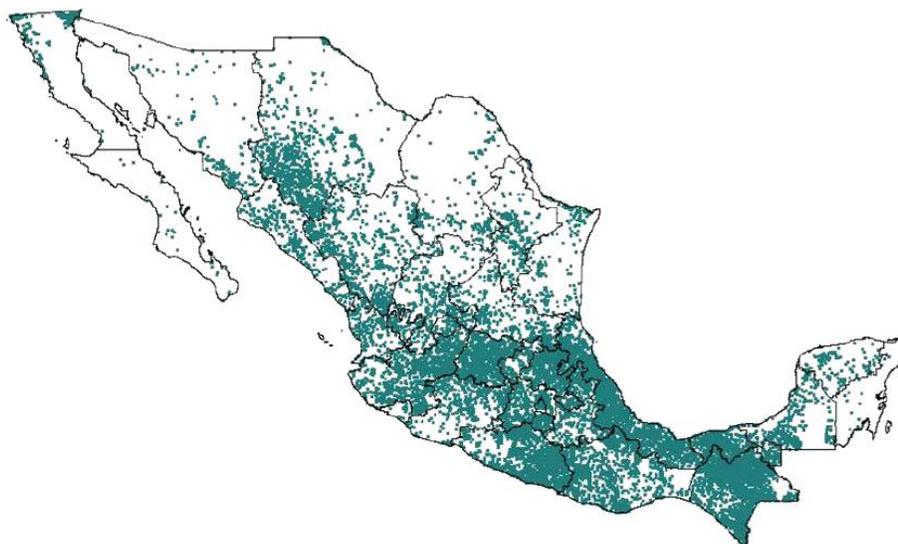
En base a este mismo estudio se presentan las siguientes estadísticas:

**Tabla 1. 1Escuelas con infraestructura en mal estado**

ENTIDAD	ESCUELAS	ENTIDAD	ESCUELAS
AGUASCALIENTES	127	MORELOS	216
BAJA CALIFORNIA	495	NAYARIT	278
BAJA CALIFORNIA SUR	49	NUEVO LEON	486
CAMPECHE	531	OAXACA	1597
COAHUILA DE ZARAGOZA	363	PUEBLA	502
COLIMA	23	QUERETARO DE ARTEAGA	174
CHIAPAS	4501	QUINTANA ROO	48
CHIHUAHUA	1729	SAN LUIS POTOSI	588
DISTRITO FEDERAL	367	SINALOA	435
DURANGO	1233	SONORA	241
GUANAJUATO	1297	TABASCO	901
GUERRERO	2204	TAMAULIPAS	334
HIDALGO	1465	TLAXCALA	93
JALISCO	2073	VERACRUZ	2923
MEXICO	653	YUCATAN	194
MICHOACAN DE OCAMPO	596	ZACATECAS	446

**Fuente:** Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza por la Calidad de la Educación.

Figura 1. 2 Distribución territorial de escuelas con infraestructura en mal estado



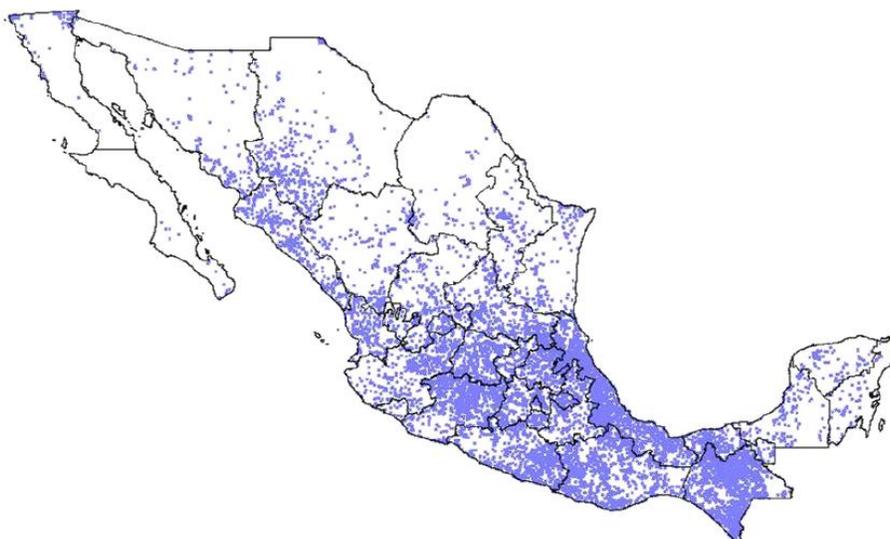
**Fuente:** Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza por la Calidad de la Educación.

Tabla 1. 2 Escuelas con equipamiento en mal estado

ENTIDAD	ESCUELAS	ENTIDAD	ESCUELAS
AGUASCALIENTES	90	MORELOS	94
BAJA CALIFORNIA	250	NAYARIT	230
BAJA CALIFORNIA SUR	20	NUEVO LEON	186
CAMPECHE	166	OAXACA	1260
COAHUILA DE ZARAGOZA	142	PUEBLA	288
COLIMA	20	QUERETARO DE ARTEAGA	131
CHIAPAS	2053	QUINTANA ROO	87
CHIHUAHUA	456	SAN LUIS POTOSI	625
DISTRITO FEDERAL	126	SINALOA	437
DURANGO	257	SONORA	210
GUANAJUATO	484	TABASCO	276
GUERRERO	912	TAMAULIPAS	266
HIDALGO	344	TLAXCALA	107
JALISCO	674	VERACRUZ	2305
MEXICO	418	YUCATAN	95
MICHOACAN DE OCAMPO	1263	ZACATECAS	257

**Fuente:** Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza por la Calidad de la Educación.

Figura 1. 3 Distribución territorial de escuelas con equipamiento en mal estado



Fuente: Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza por la Calidad de la Educación.

Tabla 1. 3 Escuelas con infraestructura y equipamiento en mal estado

ENTIDAD	ESCUELAS	ENTIDAD	ESCUELAS
AGUASCALIENTES	22	MORELOS	25
BAJA CALIFORNIA	68	NAYARIT	38
BAJA CALIFORNIA SUR	4	NUEVO LEON	40
CAMPECHE	81	OAXACA	379
COAHUILA DE ZARAGOZA	28	PUEBLA	50
COLIMA	1	QUERETARO DE ARTEAGA	19
CHIAPAS	1035	QUINTANA ROO	10
CHIHUAHUA	255	SAN LUIS POTOSI	87
DISTRITO FEDERAL	26	SINALOA	85
DURANGO	115	SONORA	56
GUANAJUATO	115	TABASCO	112
GUERRERO	496	TAMAULIPAS	45
HIDALGO	116	TLAXCALA	12
JALISCO	187	VERACRUZ	534
MEXICO	57	YUCATAN	19
MICHOACAN DE OCAMPO	173	ZACATECAS	74

Fuente: Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza por la Calidad de la Educación.

En México en el 2011 existían 199 453<sup>8</sup> escuelas de nivel básico, de las cuales el 7.3 %<sup>9</sup>, es decir, 14 529 centros escolares operan en condiciones malas y pésimas, según el más reciente reporte de la Auditoría Superior de la Federación (ASF)<sup>10</sup>. Lo que significa que un 1 856 000 alumnos acuden a escuelas donde los pizarrones, asientos y computadoras están prácticamente inservibles, esto, en caso de que existan.

Un punto a destacar es que estas cifras son menores a las del año 2008, ya que podemos darnos cuenta que de 27 162 escuelas en mal estado en ese año, la cifra bajo a 14 529, por lo que los programas antes mencionados han tenido un efecto positivo en lo referente a la rehabilitación y mantenimiento de las escuelas.

Pero aún así 14 529 inmuebles escolares en mal estado es una cifra alarmante por lo que se deben tomar mayores medidas para seguir reduciendo este número. El propósito a largo plazo de esta tesis, es reducir en los próximos años el número de inmuebles escolares en mal estado.

Existe un problema de información en el país en cuanto a la disposición de información verídica y confiable, pues no se lleva a cabo un diagnóstico general en el país en cuando a necesidades de mantenimiento, fallas estructurales de los inmuebles y ubicación en zonas de riesgo. Además, existe un problema de coordinación entre los tres niveles de gobierno para la realización de este diagnóstico.

El reto para enfrentar las necesidades de la infraestructura física educativa requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad, por lo que será necesario establecer mecanismos que estimulen la concurrencia de recursos federales, estatales, municipales y las aportaciones del sector social y productivo.

---

<sup>8</sup> En base a datos estadísticos obtenidos por la INEGI. Recursos para la educación, escuelas por entidad federativa según nivel educativo, ciclo escolar 2010/2011.

<sup>9</sup> Artículo “Hay 14 mil escuelas en pésimas condiciones”, del día 26 de marzo de 2012 del Portal Periodístico sobre la Educación en México, EDUCACIÓN A DEBATE. <http://educacionadebate.org>

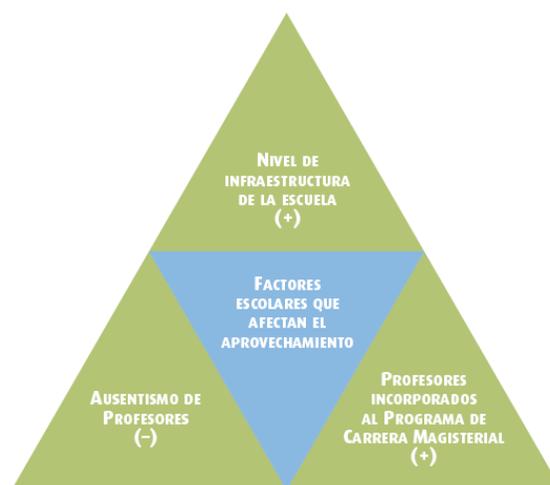
<sup>10</sup> Organismo coadyuvante de la Cámara de Diputados para la revisión de la Cuenta Pública. Su misión es fiscalizar la Cuenta Pública mediante auditorías que se efectúan a los tres Poderes de la Unión, a los órganos constitucionalmente autónomos, a las entidades federativas y municipios del país, así como a todo ente que ejerza recursos públicos federales, incluyendo a los particulares. Conforme a su mandato legal, el propósito es verificar el cumplimiento de los objetivos contenidos en las políticas y programas gubernamentales, el adecuado desempeño de las entidades fiscalizadas, y el correcto manejo tanto del ingreso como del gasto público.

### 1.4.2.1 Importancia del Estado de la Infraestructura Física Educativa en el Aprovechamiento de los Alumnos

Una de las maneras de medir el aprendizaje de los alumnos de educación básica en el país es través del Índice Compuesto de Eficacia (ICE)<sup>11</sup> cuyo objetivo es contribuir a identificar cuáles son las áreas de oportunidad más importantes para mejorar la calidad de la educación y propiciar que las autoridades educativas cuenten con referentes de política pública que sean útiles para definir estrategias de avance. A grandes rasgos, el ICE realiza las siguientes acciones:

1. Utiliza un modelo econométrico que capta los factores tanto escolares, como extraescolares que afectan significativamente el aprovechamiento escolar.
2. Identifica el nivel compuesto de eficacia de los estados del país en términos de sus niveles en las variables que resultaron relevantes en el aprovechamiento educativo para generar un índice (ICE). El ice clasifica a los estados mexicanos de acuerdo con sus niveles en aquellos factores que el modelo econométrico identifica.

Tabla 1. 4 Factores escolares que afectan el aprovechamiento



**Fuente:** Índice Compuesto de Eficacia de los sistemas escolares. Mexicanos Primero y Fundación Idea, 2007.

<sup>11</sup> Es un estudio elaborado por Mexicanos Primero con apoyo de Fundación Idea en el 2007 con el propósito de contribuir al debate de educación básica en el país. La aportación principal del ICE son los resultados de los Exámenes de Calidad y Logro Educativos (EXCALE), aplicados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) en 2005 a una muestra representativa a nivel estatal de estudiantes de tercero de secundaria en matemáticas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis: Los alumnos de tercero de secundaria en escuelas con el máximo nivel de infraestructura registran un aumento de 14.15 puntos más en el resultado promedio de la prueba de Matemáticas de EXCALE con respecto de aquellos que se encuentran en escuelas con niveles mínimos de infraestructura.

Por otra parte la mala calidad de infraestructura educativa se refleja en los resultados de la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE)<sup>12</sup> aplicada en el ciclo escolar 2009-2010 a los alumnos de las 33.4 miles de escuelas identificadas en estado malo, muy malo o pésimo. La prueba mostró que en primaria, los alumnos de las escuelas que tuvieron mejoras en su infraestructura en el periodo 2008-2010 obtuvieron resultados superiores en 40.5 puntos en español y en 22.6 puntos en matemáticas, respecto de los alumnos cuya escuela no recibió atención. En secundaria, los resultados de los alumnos de escuelas atendidas en su infraestructura fueron superiores en 6.6 puntos en español y en 24.5 puntos en matemáticas, en relación con los estudiantes de escuelas que no recibieron mejoras en su infraestructura.

Por lo tanto en base a estos estudios podemos darnos cuenta de la importancia que tiene la infraestructura en los alumnos de educación básica, ya que aunque parece un elemento no importante, observamos que en realidad si afecta ya que los estudiantes reciben un proceso de aprendizaje deficiente en inmuebles escolares en mal estado traduciéndose en un futuro en restricciones dentro del mercado laboral y bajo ingreso, que al final tendrá una consecuencia negativa en el crecimiento económico del país. Cabe destacar que aún no se han estandarizado la calidad de la infraestructura física educativa en las escuelas, lo que acentúa este problema.

#### **1.4.3 Recursos Económicos Destinados a la Infraestructura Física Educativa**

En 2010, la Secretaría de Educación Pública operó cuatro programas<sup>13</sup> presupuestarios relacionados con el equipamiento de las escuelas de educación básica: E001 “Enciclomedia”, S223 “Habilidades Digitales para Todos”, E002 “Equipamiento de Escuelas de Educación Básica” y U061 “Equipamiento de escuelas para educación básica a nivel nacional (Ampliación)”. Para los

---

<sup>12</sup> La Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) es una prueba del Sistema Educativo Nacional que se aplica a planteles públicos y privados del País. Su propósito es generar una sola escala de carácter nacional que proporcione información comparable de los conocimientos y habilidades que tienen los estudiantes en los temas evaluados.

<sup>13</sup> En base a la Auditoría de Desempeño: 10-0-11100-07-1152 elaborada por la Auditoría Superior de la Federación (ASF), que comprendió la evaluación del cumplimiento de los objetivos y metas, en materia de infraestructura y equipamiento de las escuelas públicas de educación básica a cargo de la SEP.

programas U061 y E002, la dependencia no estableció metas en materia de cobertura, ni acreditó las acciones relacionadas con el equipamiento de las escuelas públicas de educación básica.

En 2010, la SEP ejerció 198.2887<sup>14</sup> millones de pesos en el programa presupuestario E002 “Equipamiento de escuelas de educación básica”, sin que la dependencia estableciera los indicadores y las metas para evaluar la cobertura del programa, ni acreditara el cumplimiento del objetivo establecido en la MIR del programa, de “Ampliar las opciones en Educación Básica (Telesecundarias) en las zonas marginadas y de difícil acceso, mediante la dotación de antena, decodificador, DVD, televisores y pantallas de plasma”.

Con el oficio núm. DGADDS/017/2012, de fecha 18 de enero de 2012, se comunicó al Órgano Interno de Control en la SEP la falta de acreditación del cumplimiento del objetivo<sup>15</sup> y los compromisos de equipamiento de escuelas de educación básica, ya que se presume que pudiera ser constitutiva de responsabilidades administrativas de los servidores públicos responsables de la operación de la política pública.

En el Presupuesto de Egresos de la Federación de 2010 se asignaron 150 millones de pesos al programa presupuestario U061 “Equipamiento de Escuelas para Educación Básica a Nivel Nacional” (Ampliación), los cuales fueron re direccionados para el Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Institucional y la Supervisión Escolar, sin que la dependencia acreditara la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para realizar las adecuaciones presupuestarias señaladas.

De acuerdo a la Auditoría de Desempeño: 10-0-11100-07-115 la SEP reportó en la Cuenta Pública 2010 un ejercicio de 149,538.8 miles de pesos en el equipamiento de escuelas públicas de educación básica, mediante el programa U061 “Equipamiento de Escuelas para Educación Básica a Nivel Nacional” (Ampliación).

En ese año, los 149,538.8 miles de pesos se distribuyeron a 31 entidades federativas, el Estado de Yucatán concentró el 77.7% de los recursos (116,203.1 miles de pesos); 21 estados se ubicaron por debajo del 1% de participación (entre 77.6 y 1,260.2 miles de pesos), y 9 estados tuvieron entre 1.0 y 4.0%, al recibir entre 1,511.3 y 5,926.5 miles de pesos.

---

<sup>14</sup> Datos obtenidos de la Auditoría de Desempeño: 10-0-11100-07-115 realizada por la Auditoría Superior de la Federación (ASF), en el 2010.

<sup>15</sup> En base a la Auditoría de Desempeño: 10-0-11100-07- 115, los 198,288.7 miles de pesos se ejercieron en la conexión y transmisión de señal educativa, en adeudos de ejercicios fiscales anteriores y en provisiones salariales y económicas, sin acreditar el cumplimiento del objetivo del programa.

Observando estos datos nos damos cuenta que no todo el recurso económico establecido es destinado para lo que originalmente se tiene planeado, por lo que los objetivos establecidos no se cumplen. Así mismo hace falta que la Secretaría de Educación Pública adopte las medidas necesarias, a fin de cumplir en tiempo y forma la meta establecida para 2012 en la Alianza por la Calidad de la Educación de atender las escuelas de primaria y secundaria, cuyo equipamiento se encontraba en mal o pésimo estado.

Por otro lado la SEP debe de contar con los mecanismos de control necesarios, con el objetivo de contar con la documentación que sustente las metas programadas y alcanzadas mediante los programas E002 "Equipamiento de escuelas de educación básica" y U061 "Equipamiento de escuelas de educación básica a nivel nacional"<sup>16</sup>. Esto con el propósito de la información consignada en la Cuenta Pública, referente al destino del gasto de dichos programas, corresponda con la que se consigne en los registros de la dependencia.

La misma Auditoría señala que la Secretaría de Educación Pública careció de información actualizada sobre las condiciones físicas de las escuelas públicas de educación básica en operación. Por lo que primeramente para cumplir con los objetivos antes señalados se debe contar con un diagnóstico sobre el estado de la infraestructura de las escuelas públicas que imparten educación básica, que es uno de los objetivos de esta tesis, el proporcionar las bases para realizar un adecuado diagnóstico de las necesidades de los inmuebles escolares.

Es importante señalar que el Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED) no proporciona públicamente el presupuesto destinado para infraestructura en sus diferentes niveles de educación y los programas de inversión, construcción, mantenimiento y rehabilitación de los espacios educativos por entidad federativa.

## **1.5 Aportación de la Investigación a la Problemática del Mal Estado de la Infraestructura Física Educativa**

La investigación de la que trata esta tesis tiene como principal objetivo ser una herramienta para diagnosticar las necesidades los inmuebles escolares de educación básica en el Distrito Federal en mal estado, para que con ello se pueda proceder a su mantenimiento y modernización.

---

<sup>16</sup> Se hace hincapié en estos dos programas porque son los que están relacionados con la infraestructura Física Educativa.

Así mismo otro de los objetivos de la tesis es el hacer que las dependencias gubernamentales aprovechen de una manera más eficiente el recurso público que se tiene para modernizar las escuelas de nivel básico por lo que en los alcances de esta investigación solo se limitará a la educación pública.

Se propone para dichos fines clasificar las necesidades de los inmuebles escolares en los rubros de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana. Después se busca estandarizar el orden de importancia que tienen las necesidades de las escuelas de educación básica, esto con el objetivo de saber cuáles de éstas son críticas y por ello necesitan con más urgencia su mantenimiento y por lo tanto aportarle mayores recursos económicos.

Por último se aborda el capítulo de toma de decisiones que con base a todo lo anterior se presentará la metodología para seleccionar que es más conveniente hacerle a un inmueble, es decir si rehabilitarlo, reestructurarlo, o en su caso sustituirlo.

Para cerrar la investigación se presenta un caso particular a manera de ejemplo en donde se analizan y se aplica el método completo de este trabajo de investigación a 2 inmuebles en mal estado.

## 1.6 Conclusiones Capitulares

La educación básica es fundamental en nuestra formación como seres humanos, ya que en ella se nos proporcionan las bases para desenvolvemos en sociedad y desarrollarnos como gente productiva para la misma, por lo que es importante que para las presentes y futuras generaciones maximicen su aprovechamiento escolar en esta etapa.

Son muchos los factores que influyen en el buen aprovechamiento escolar de los alumnos de educación básica, pero uno de los más importantes y el que está en primer lugar es la infraestructura física educativa, ya que es el espacio físico que está destinado a la enseñanza y sin él sería muy complicado llevar a cabo dicha labor. Dada su importancia es necesario que esta infraestructura cuente con los requerimientos mínimos que garanticen su buen funcionamiento, es decir un inmueble en muy mal estado no está en condiciones de funcionar adecuadamente viéndose reflejado en el deterioro del aprendizaje de los alumnos.

La metodología que propone esta investigación tiene el objetivo de identificar las escuelas en mal estado, y tratar de aprovechar mejor los recursos públicos en ellas, para poder garantizar a la sociedad inmuebles escolares de calidad, funcionales y seguros.

Las limitaciones más frecuentes que se encontraron fue la falta de información actualizada ya que los datos presentados en este capítulo son alrededor del 2008 al 2011.

# CAPÍTULO II

## REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DE LOS INMUEBLES ESCOLARES EN EL DISTRITO FEDERAL

---

## 2.1 Introducción Capitular

- a) **Objetivo particular:** Describir los principales lineamientos en cuanto a diseño arquitectónico, seguridad estructural e instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, con los que deben de contar los inmuebles escolares básicos para su correcto funcionamiento. A partir de esto se busca proponer criterios para poder llevar a cabo el diagnóstico de las necesidades.

Una vez que se conocen las necesidades de los inmuebles escolares se podrá realizar una clasificación y priorización de las mismas, para tomar la decisión óptima de qué tipo de mantenimiento es necesario que se le aplique.

- b) **Descripción:** En el presente capítulo se describen los requerimientos que deben de cumplir como mínimo los inmuebles escolares, en base a la normatividad técnica que se maneja en el Distrito Federal. Así mismo se dan las pautas generales para poder efectuar un diagnóstico de las necesidades que presente.
- c) **Técnicas y fuentes de información:** La literatura que se consulto fueron las Normas y Especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones del Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED). Así mismo se complemento esta información con las Normas Mexicanas relacionadas con la INIFED, así como con sus manuales operativos, con la ley de General de educación y su respectivo reglamento, y también con información de instituciones extranjeras referente a la evaluación de infraestructura.
- d) **Limitaciones:** Complicada interpretación de algunas normas, así como poca información en libros y tesis relacionada con el diagnóstico de necesidades de las edificaciones escolares.

## 2.2 Generalidades

La infraestructura de educación básica considerada los niveles de Educación Preescolar, Primaria y Secundaria.

En muchos casos los inmuebles escolares en México<sup>17</sup>, no se encuentran en condiciones adecuadas para garantizarlos como lugares apropiados que sirvan a su comunidad, libres de riesgos, propicios para dar clase y aprender, que cuenten con la infraestructura y el equipamiento necesario.

Por lo que el diagnóstico y levantamiento de necesidades están orientados a la infraestructura física educativa ya existente<sup>18</sup>, que puede requerir de cambios o correcciones para mejorar su funcionamiento, como pueden ser: rehabilitación, reparación, reconversión, reconstrucción, ampliación, entre otros.

Las necesidades mínimas que debe de cumplir la infraestructura física educativa (privada o pública), al momento de realizar un diagnóstico físico, incluyen generalmente: servicios municipales como son servicio de agua potable, energía eléctrica y alumbrado público, descarga de aguas residuales, vialidad para acceso al plantel, obra exterior, seguridad estructural, instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones especiales (aire acondicionado, sistema de apartarrayos y de tierras, etc.), seguridad del usuario, medio ambiente y uso del espacio educativo. Es importante destacar que esta investigación solo se enfoca a las necesidades requeridas dentro de los inmuebles escolares en mal estado, por lo que algunos conceptos como son el alumbrado público, vialidades para acceder al plantel, entre otros, no serán incluidos dentro del diagnóstico de necesidades.

## 2.3 Proyecto Arquitectónico

Todas las edificaciones, así como las guías técnicas y las de equipamiento, están normalizadas por el Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED). La realización de estas edificaciones es de uno, dos, y en algunos casos en tres niveles. Teniéndose entre ejes (dimensiones entre ejes) de 8 m de largo por 3.2 m de ancho en todos los casos. Así mismo, se considera un andador al frente de 2.40 m de ancho y de 1 m en la parte posterior, los cuales son

---

<sup>17</sup> Tan solo en el 2008 la infraestructura de 27 162 escuelas públicas de educación básica en México es considerada en estado malo o pésimo, según el estudio Alianza por la Calidad de la Educación, elaborado por la Secretaría de Educación Pública.

<sup>18</sup>De acuerdo a la clasificación por condiciones físicas de la norma NMX-R-021-SCFI-2005 Escuelas-Calidad de la Infraestructura Física Educativa Requisitos, se trata de un Infraestructura Física Educativa (IFE) Tipo 2.

cubiertos por volados en las losas de azotea, y éstas se construyen con pendiente propia a dos aguas.

### 2.3.1 Criterios básicos

#### 2.3.1.1 Jardín de niños

La estructura educativa es de tres grupos como mínimo y nueve grupos como máximo. Los grupos tendrán un mínimo de veinte alumnos y un máximo de treinta. Para primer grado la capacidad máxima será de 20 alumnos por grupo.

Los Requisitos dimensionales mínimos para los terrenos deben cumplir con los establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 2. 1 Requisitos dimensionales mínimos para Jardín de niños**

Estructura Educativa	Número de alumnos	Superficie (m <sup>2</sup> /alumno)	Dimensiones (m)		Superficie Total (m <sup>2</sup> )
			Frente	Fondo	
3 grupos	80	8.89	25	32	800
6 grupos	180	8.80	35	46	1 600
9 grupos	240	9.00	56	58	3 250

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo I. Planeación, programación y evaluación. 2011. México, Distrito Federal.

Los requisitos mínimos de los espacios de acuerdo al programa arquitectónico del Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa son:

**Tabla 2. 2 Modelo arquitectónico para Jardín de niños**

Modelo Arquitectónico	Jardín de Niños Urbano			
Estructura Educativa	3 Grupos por grado	6 Grupos por grado	9 Grupos por grado	Índices y observaciones
Número de Alumnos	80	160	240	

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 1 Preescolar. 2013. México, Distrito Federal.

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	3 Grupos	6 Grupos	9 Grupos	
Salón de Clases	48.00	144.00	288.00	432.00	1.80 m <sup>2</sup> / alumno
Terraza	18.00	54.00	108.00	162.00	1 terraza/ salón de clase
Salón laboratorio	48.00	48.00			1.60 m <sup>2</sup> / alumno Para 30 alumnos
Salón de Clases TIC	48.00	48.00			1.60 m <sup>2</sup> / alumno Para 30 alumnos
Salón de Usos Múltiples	104.00	104.00			0.87 m <sup>2</sup> / alumno Para 120 alumnos
Biblioteca /Ludoteca	48.00	48.00			1.60 m <sup>2</sup> por alumno
USAER	24.00	24.00			Para atención de 10 alumnos
Parcela/ Hidroponía	8.25	8.25	16.50	24.75	1 parcela / 3 grupos
Chapoteadero	64.00	64.00			Para 1 grupo
Dirección	62.00	62.00			-
Comedor	182.00	182.00			1.52 m <sup>2</sup> / alumno Para 120 alumnos
Sanitarios Alumnos	-	30.00	30.00	48.00	-

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 1 Preescolar. 2013. México, Distrito Federal.

Tabla 2-2. Modelo arquitectónico para jardín de niños (continuación)

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	3 Grupos	6 Grupos	9 Grupos	
Guarda de Educación Física	17.00	17.00			-
Intendencia	10.00	10.00			-
Conserje	24.00	24.00			-
Depósito de Residuos	7.00	7.00			-
Pórtico y plaza de acceso	-	8.00	16.00	24.00	0.10 m <sup>2</sup> / alumno
Plaza Cívica	-	117.00	234.00	351.00	1.46 m <sup>2</sup> / alumno
Áreas Verdes	-	-	-	-	30% de la superficie del terreno

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 1 Preescolar. 2013. México, Distrito Federal.

### 2.3.1.2 Primarias

Para las escuelas primarias la estructura educativa es de seis grupos como mínimo y diez y ocho grupos como máximo. Los grupos tendrán un mínimo de treinta y dos alumnos y un máximo de cuarenta y cinco.

El número de locales y su tipo, dependerá de la estructura educativa y de los planes de estudio que integran los cuadros de asignatura, periodos en que opera el currículo y la carga horaria de cada materia.

Los requisitos dimensionales mínimos de los terrenos son:

**Tabla 2. 3 Requisitos dimensionales mínimos para escuelas Primarias**

Estructura Educativa	Número de alumnos	Superficie (m <sup>2</sup> /alumno)	Dimensiones (m)		Superficie Total (m <sup>2</sup> )
			Frente	Fondo	
6 grupos	270	7.40	43	47	2 050
12 grupos	540	6.90	60	63	3 800
18 grupos	810	6.40	59	90	5 800

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo I. Planeación, programación y evaluación. 2011. México, Distrito Federal.

De acuerdo al programa arquitectónico del Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa de los criterios de diseño arquitectónico de educación básica, se pueden ver a continuación las superficies mínimas requeridas.

**Tabla 2. 4 Modelo arquitectónico para escuelas Primarias**

Modelo Arquitectónico		Primaria Urbana			
Estructura Educativa		6 Grupos por grado	12 Grupos por grado	18 Grupos por grado	Índices y observaciones
Número de Alumnos	Mín.	180	360	520	
	Máx.	270	540	810	

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 2 Primaria. 2013. México, Distrito Federal.

Tabla 2-4. Modelo arquitectónico para primarias (continuación)

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	6 Grupos	12 Grupos	18 Grupos	
Salón de Clases	78.00	468.00	936.00	1 404.00	1.73 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Salón de TIC	92.00	92.00			2.30 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Salón de usos múltiples	117.00	117.00			0.98 m <sup>2</sup> / alumno Para 120 alumnos
Biblioteca	104.00	104.00			2.30 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Ludoteca	78.00	78.00			1.73 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
USAER	26.00	26.00			Para atención de 10 alumnos
Dirección	-	52.00	78.00		
Comedor	182.00	182.00			1.21 m <sup>2</sup> / alumno Para 150 comensales
Sanitarios alumno	-	32.00	52.00	104.00	-
Cooperativa	13.00	13.00			-
Intendencia	5.00	5.00			
Guarda de Educación Física	26.00	26.00			-

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 2 Primaria. 2013. México, Distrito Federal.

Tabla 2-4. Modelo arquitectónico para primarias (continuación)

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	6 Grupos	12 Grupos	18 Grupos	
Conserjería	8.00	8.00			-
Pórtico y plaza de acceso	-	27.00	54.00	81.00	0.10 m <sup>2</sup> / alumno
Plaza Cívica	-	351.00	702.00	1 053.00	1.30 m <sup>2</sup> / alumno
Canchas Deportivas	420.00	420.00	840.00	1 260.00	1 cancha / 5 grupos
Áreas Verdes	-	-	-	-	30% de la superficie del terreno

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 2 Primaria. 2013. México, Distrito Federal.

### 2.3.1.3 Secundarias

En el caso de las escuelas secundarias la estructura educativa es de seis grupos como mínimo y diez y ocho grupos como máximo, los grupos tendrán un mínimo de treinta y dos alumnos y un máximo de cuarenta y cinco. De igual forma que en el caso de los jardines de preescolar y las primarias, para las secundarias los requisitos dimensionales mínimos de los terrenos son:

Tabla 2. 5 Requisitos dimensionales para escuelas Secundarias

Estructura Educativa	Número de alumnos	Superficie (m <sup>2</sup> /alumno)	Dimensiones (m)		Superficie Total (m <sup>2</sup> )
			Frente	Fondo	
6 grupos	288	12.15	53	57	3 500
12 grupos	576	15.97	102	90	9 200
18 grupos	864	17.36	150	100	15 000

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo I. Planeación, programación y evaluación. 2011. México, Distrito Federal.

Para una secundaria general y una técnica del programa arquitectónico del INIFED tenemos los siguientes requisitos mínimos:

**Tabla 2. 6 Modelo arquitectónico para escuelas Secundarias**

Modelo Arquitectónico		Secundaria General			
Estructura Educativa		6 Grupos por grado	12 Grupos por grado	18 Grupos por grado	Índices y observaciones
Número de Alumnos	Mín.	180	360	520	
	Máx.	270	540	810	

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	6 Grupos	12 Grupos	18 Grupos	
Salón de Clases	78.00	468.00	936.00	1 404.00	1.73 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Salón de TIC	91.00	91.00			2.00 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Salón de usos múltiples	117.00	117.00			0.98 m <sup>2</sup> / alumno Para 120 alumnos
Laboratorio de Ciencias	130.00	130.00			2.88 m <sup>2</sup> / alumno Para 45 alumnos
Laboratorio de Tecnología	156.00	312.00 (2 lab.)	468.00 (3 lab.)	624.00 (4 lab.)	3.45 m <sup>2</sup> / alumno
Actividades Artísticas	130.00	130.00			2.30 m <sup>2</sup> / alumno
Biblioteca	182.00	182.00			2.00 m <sup>2</sup> / alumno

					Para 90 alumnos
USAER	26.00	26.00			Para atención de 10 alumnos
Dirección	-	104.00	130.00	156.00	-
Prefectura	-	1.75	3.50	156.00	-
Servicio Médico	13.00	13.00			1 consultorio
Oficina de Supervisión	9.00	9.00			1 lugar de trabajo
Comedor	182.00	182.00			1.21 m <sup>2</sup> / alumno Para 150 comensales

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 3 Secundaria. 2013. México, Distrito Federal.

**Tabla 2-6. Modelo arquitectónico para secundarias (continuación)**

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	6 Grupos	12 Grupos	18 Grupos	
Sanitarios Alumnos	-	52.00	52.00	104.00	-
Cooperativa	13.00	13.00			-
Intendencia	5.00	5.00			-
Guarda de Educación Física	26.00	26.00			-
Taller de Conservación	26.00	26.00			-
Depósito de Residuos	8.00	8.00			-

Pórtico y Plaza de Acceso	-	27.00	54.00	81.00	0.10 m <sup>2</sup> / alumno
Plaza Cívica	-	378.00	756.00	1 134.00	1.40 m <sup>2</sup> / alumno
Canchas Deportivas	420.00	420.00	840.00	1 260.00	1 cancha /5 grupos
Áreas Verdes	-	-	-	-	30% de la superficie del terreno

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 3 Secundaria. 2013. México, Distrito Federal.

En el caso de una telesecundaria del programa arquitectónico del INIFED los requisitos mínimos de espacios son:

**Tabla 2. 7 Modelo arquitectónico para Telesecundarias**

Modelo Arquitectónico	Telesecundaria			
Estructura Educativa	3 Grupos por grado	4 Grupos por grado	6 Grupos por grado	Índices y observaciones
Número de Alumnos	60	80	120	

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )				Índices y Observancias
	Por espacio	3 Grupos	4 Grupos	6 Grupos	
Salón de Clases	48.00	144.00	192.00	288.00	2.40 m <sup>2</sup> / alumno
Laboratorio de Ciencias	96.00	96.00			4.00 m <sup>2</sup> / alumno Para 20 alumnos
Laboratorio de Tecnología	72.00	72.00			3.60 m <sup>2</sup> / alumno Para 20 alumnos

Salón de Clases TIC	72.00	72.00	3.60 m <sup>2</sup> / alumno Para 20 alumnos
Salón de Actividades Artísticas	96.00	96.00	4.80 m <sup>2</sup> / alumno
Salón de Usos Múltiples	72.00	72.00	1.20 m <sup>2</sup> / alumno Para 60 alumnos
Biblioteca	144.00	144.00	3.60 m <sup>2</sup> / alumno Para 40 alumnos

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 3 Secundaria. 2013. México, Distrito Federal.

**Tabla 2-7. Modelo arquitectónico para telesecundarias (continuación)**

Tipo de Espacio	Superficies Mínimas requeridas (m <sup>2</sup> )			Índices y Observancias
	Por espacio	3 Grupos	4 Grupos	
Administración	48.00	48.00		-
Apoyo Administración	48.00	48.00		-
Sala de profesores	27.00	27.00		-
Servicios Educativos Complementarios	56.00	56.00		-
Comedor	144.00	144.00		2.10 m <sup>2</sup> / alumno Para 68 alumnos
Sanitarios Alumnos	48.00	48.00		-
Cooperativa	9.00	9.00		-
Intendencia y	4.95	4.95		-

bodega					
Depósito de Residuos	6.00	6.00			-
Guarda de Educación Física	18.00	18.00			-
Albergue Profesores	18.00	18.00			-
Pórtico y Plaza de Acceso	-	6.00	8.00	12.00	0.10 m <sup>2</sup> / alumno
Plaza Cívica	-	84.00	112.00	168.00	1.40 m <sup>2</sup> / alumno
Áreas Verdes	-	-	-	-	30% de la superficie del terreno

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 3 Secundaria. 2013. México, Distrito Federal.

### 2.3.2 Accesos

Las puertas deben de cumplir con los siguientes requisitos<sup>19</sup>:

- Las puertas de las aulas deberán tener una altura mínima de 2.10 m. y una anchura mínima de 0.90 m.
- Las puertas de salida de vestíbulos que den a la vía pública ó a áreas exteriores deberán abrir hacia afuera.

<sup>19</sup> Requisitos según el Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo II. Norma de accesibilidad. 2012. México, Distrito Federal.

### 2.3.3 Rutas accesibles

Es la posibilidad de ingreso que tienen todas las personas a servicios y áreas físicas educativas (mediante pasillos, andadores, puertas y vanos) contando con todas las facilidades y libertades para desplazarse horizontal y verticalmente y permanecer en el lugar de forma segura.

Sus características son:

- La ruta accesible tendrá por lo menos 120 cm de ancho.
- La altura libre de la ruta (en caso de ser cubierta) será de por lo menos 220 cm libre de ramas de árboles, letreros o cualquier otro obstáculo.
- Estará libre de objetos tales como botes de basura, mobiliario, maquinaria, macetas, casetas telefónicas, bebederos y otros que limiten, impidan o provoquen tropiezos.
- Los pavimentos serán continuos sin cambios bruscos de nivel. Estará libre de escalones o bordes de más de 1.5 cm de alto y deberán salvarse con un chaflán.
- Deberá estar libre de baches, grietas o piedras sueltas.
- Deberá contar con acabados antiderrapantes.
- Deberá contar con una iluminación mínima de 100 luxes.
- Las rutas accesibles deberán contar con rampas.
- Contarán con un sistema que evite el estancamiento de líquidos.

### 2.3.4 Rampas

Las rampas deben tener los siguientes requisitos:

- La pendiente máxima será de 6%
- En rampas con longitudes mayores a 600 cm se considerarán descansos intermedios de 150 cm de diámetro.
- Su ancho mínimo será de 100 cm libres entre pasamanos. Las rampas en interiores tendrán un ancho mínimo de 120 cm, si esta es de doble circulación tendrá 210 cm de ancho mínimo.
- Contará con bordes laterales de 5 cm de altura.

- Contará con pasamanos en ambos lados de la rampa a base de tubulares de 3.8 cm de diámetro, colocados a 90 cm y un segundo a 75 cm del nivel de piso terminado, separados a 4 cm de la pared. Los pasamanos se prolongarán 30 cm en el arranque y en la llegada.
- Deberá de existir un área libre o descanso de 150 cm al inicio y término de la rampa.
- Las rampas nunca terminarán a pie de puerta.

### 2.3.5 Escaleras

En base al INIFED las escaleras de los planteles educativos tienen los siguientes requisitos:

- El ancho de las escaleras debe de ser de 180 cm mínimo y contar con pasamanos a una altura de 75 y 90 cm en ambos lados de la escalera. En el caso de los inmuebles de preescolar se añadirá un pasamanos a 60 cm de altura.
- Previo al arranque de los escalones, así como al final de los mismos, deberá de existir un cambio de textura o pavimento táctil de mínimo de 30 cm de ancho.
- Los peraltes deben de ser de 17 cm máximo.
- Las huellas serán de 30 cm y contarán con una franja antiderrapante.

### 2.3.5 Salidas de emergencia

Las salidas de emergencia deberán tener las siguientes características:

- Tendrán como mínimo 120 cm de ancho libres dentro del marco, serán de metal protegido con pintura retardante al fuego, bastidor aislante y chambrana hermética. Podrán operar indistintamente con manijas tipo palanca o barras.
- A paño de la parte superior de la puerta, del lado contrario al abatimiento de ésta, se colocará una lámpara de emergencia de una cara, con sistema de luces intermitentes.
- Una lámpara de salida de emergencia de dos caras se ubicará en forma perpendicular al muro, arriba del paño superior de la puerta, del lado de la manija y junto a ésta lámpara, un sistema sonoro de emergencia.

### 2.3.6 Evaluación

Para poder hacer el diagnóstico de las necesidades referente al proyecto arquitectónico de los inmuebles escolares, se deberán de verificar físicamente las medidas y requerimientos antes expuestos en esta investigación.

## 2.4 Proyecto Estructural

En la revisión del proyecto estructural se debe, de ser posible, verificar y corroborar en la documentación<sup>20</sup> de la estructura que los criterios con los que fueron diseñados los inmuebles hallan en cuenta las siguientes consideraciones<sup>21</sup>:

Para los materiales:

- a. Concreto Clase 1 y  $f'c = 250 \text{ Kg./cm}^2$ , P. Vol.  $2.2 \text{ ton/m}^3$
- b. Acero de Refuerzo,  $f_y = 4,200 \text{ Kg./cm}^2$
- c. Acero de Refuerzo  $\varnothing 1/4"$  (alambrón),  $f_y = 2,320 \text{ Kg./cm}^2$
- d. Malla Electrosoldada,  $f_y = 5,000 \text{ Kg./cm}^2$
- e. Para Estructuras Metálicas, Acero A-36;  $f_y = 2,530 \text{ Kg./cm}^2$

Para los parámetros de análisis estructural:

a.- Carga viva

Entrepiso Gravitacional	= $250 \text{ kg/m}^2$
Entrepiso Sismo	= $180 \text{ kg/m}^2$
Azotea Gravitacional (pend. Menor al 5%)	= $100 \text{ kg/m}^2$
Azotea Sismo (pend. Menor al 5%)	= $70 \text{ kg/m}^2$
Azotea Gravitacional (pend. Mayor al 5%)	= $40 \text{ kg/m}^2$
Azotea Sismo (pend. Mayor al 5%)	= $20 \text{ kg/m}^2$

b. Coeficiente Sísmico.-El que indique el mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana, en función del tipo de suelo donde se ubique el proyecto.

---

<sup>20</sup> Memorias, especificaciones, planos estructurales y arquitectónicos, informes, dictámenes, etc.

<sup>21</sup> Consideraciones tomadas de las Normas Técnicas Complementarias tomo II. Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, cimentaciones, viento, sismo, hidráulicas, arquitectónico del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

- c. Factor de Comportamiento Sísmico,  $Q = 2$ .
- d. Todas las estructuras se clasifican dentro del grupo “A” para efecto de análisis y diseño (Factor de carga=1.5, para cargas gravitacionales y afectación del coeficiente sísmico).
- e. El análisis por sismo deberá incluir los efectos de torsión.
- f. Para el análisis por viento se considerará los valores indicados en el Manual de Obras Civiles de la C. F. E.
- g. Análisis de marcos por carga gravitacional y accidental. Deberá incluir todos los marcos o elementos estructurales del edificio, indicando geometría, cargas gravitacionales y accidentales a que estarán sometidos los elementos. Si el análisis se hace por computadora, deberá incluirse todos los datos de entrada y salida.

#### 2.4.1 Procedimiento de la evaluación

La evaluación estructural de un inmueble existente se realiza mediante una verificación cuantitativa de su capacidad portante y, en su caso, de su aptitud al servicio, teniendo en cuenta los procesos de deterioro posibles. Para ello, puede adoptarse un procedimiento de evaluación por fases<sup>22</sup> que tenga en cuenta las condiciones actuales del edificio, definiendo cada una de las fases en función de las circunstancias y condiciones específicas de la misma tales como la disponibilidad del proyecto original, la observación de daños estructurales, el uso del inmueble, etc. En cada una de las fases se incrementa la precisión de las hipótesis para la evaluación, así como el grado de detalle de los métodos de análisis respecto de la fase anterior.

El proceso de evaluación se considera finalizado cuando en alguna de las fases se alcanza una conclusión inequívoca sobre la seguridad estructural del edificio o sobre las medidas a adoptar. En los casos en los que no resulte posible verificar una capacidad portante o una aptitud al servicio adecuada, el informe final debe contener también las recomendaciones necesarias sobre las medidas a adoptar.

---

<sup>22</sup> Fases propuestas por las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala.

### **2.4.1.1 Etapas de la evaluación**

#### **Primera etapa: Inspección del exterior de la edificación**

- a) Iniciar con un recorrido alrededor de la edificación.
- b) Determinar el sistema estructural. La edad de la estructura es un indicador importante de la resistencia sísmica.
- c) Examinar la estructura para observar si existen discontinuidades verticales.
- d) Examinar la estructura para verificar si hay una configuración irregular en planta.
- e) Buscar grietas en paredes exteriores, marcos de vidrio, etc., que son síntomas de derivas excesivas.
- f) Examinar los elementos no estructurales, como ventanales, parapetos, letreros, y ornamentación para localizar daños antes de entrar en la edificación.
- g) Buscar fracturas en la cimentación o las paredes más bajas expuestas del edificio.

#### **Segunda etapa: Examen del lugar por riesgos geotécnicos**

- a) Examinar el suelo por presencia de grietas, protuberancias en la tierra y movimientos verticales.
- b) En áreas de laderas, examinar el área para verificar la existencia de deslizamientos, y caída de escombros en el lugar.
- c) Si se sospecha de riesgos geotécnicos en el lugar, la evaluación se deberá realizar por un equipo que incluya un ingeniero geotecnista o geólogo;

#### **Tercera etapa: Inspección del Sistema Estructural por dentro de la edificación**

- a) Antes de entrar al inmueble escolar, buscar riesgos de desplomes y considerar el peligro de colapso.
- b) Examinar el sistema que resiste la carga vertical. Buscar indicios dónde una columna puede mostrar señales de falla, dónde el suelo o estructura de techo ha empezado a apartarse de sus apoyos verticales, o dónde una viga ha fallado o ha empezado a fallar.
- c) Examinar el sistema que resiste la carga lateral. Cualquier piso con deriva residual significa que ha habido algún daño estructural.

- d) Inspeccionar los elementos expuestos del sistema de cimentación, el sótano o pisos más bajos, para localizar elementos fracturados y asentamientos.
- e) Examinar cada piso, incluyendo posibles sótanos y el techo.
- f) Los daños severos en paredes y vidrios rotos son evidencia de grandes derivas de piso.

#### Cuarta etapa: Inspección por riesgos no estructurales

Dentro del edificio, buscar daños en los siguientes aspectos:

- a) Conexiones.
- b) Divisiones de mampostería, particularmente en edificaciones antiguas en las que normalmente están sin refuerzo.
- c) Divisiones desmontables.
- d) Cielos falsos y lámparas.
- e) Tanques de agua elevados.

### 2.4.2 Criterios generales de la evaluación

#### 2.4.2.1 Daño global

El daño global es el indicador de la gravedad del daño en un sistema estructural: grietas severas en paredes, pisos completos desplomados, edificios inclinados, cimientos quebrados, y daños similares son excelentes indicadores del daño estructural, para lo cual debe empezarse por examinar el edificio entero, adentro y afuera, debido a los peligros potenciales siguientes:

- a) Colapso total o parcial;
- b) Edificio o pisos individuales notoriamente inclinados;
- c) Cimentación fracturada.

### ***2.4.2.2 Inspección del sistema de cargas verticales***

Ninguna estructura deberá mantenerse en servicio si existe alguna duda sobre su capacidad para soportar con seguridad las cargas verticales. La falla del sistema de cargas verticales global o local se considera fundamental, generalmente para etiquetar la estructura entera como Insegura.

Se deberá poner atención especial a las siguientes fallas:

- a) Columnas notablemente desplomadas.
- b) Columnas torcidas o falladas.
- c) Estructuras de techos o piso separadas de paredes y otros soportes verticales.
- d) Paredes de carga, pilastras, o ménsulas con grietas o con apoyos inadecuados.
- e) Otras fallas o fallas incipientes en elementos importantes del sistema de carga vertical o en conexiones.

### ***2.4.2.3 Sistema de cargas laterales***

Se deberá identificar e inspeccionar el sistema estructural resistente a cargas laterales. Para que a una estructura dañada se le permita seguir en uso, ésta deberá contar con un sistema estructural resistente a cargas laterales funcional. Si existe evidencia que el sistema de cargas laterales no es viable, la estructura se deberá considerar como Insegura hasta que se demuestre lo contrario.

Algunos indicadores para verificar esta condición son los siguientes:

- a) Marcos rígidos rotos, inclinados o seriamente dañados.
- b) Muros de corte severamente agrietados.
- c) Tirantes verticales rotos o torcidos.
- d) Diafragmas o arriostres horizontales rotos o seriamente dañados.
- e) Otras fallas o fallas incipientes en elementos importantes del sistema de carga lateral o en conexiones.

#### ***2.4.2.4 Degradación del sistema estructural***

Es importante examinar el sistema estructural para determinar si el sistema entero o la mayoría de sus componentes no se han degradado, al punto que su resistencia y rigidez se hayan reducido a niveles inseguros. Esto es particularmente importante en sistemas estructurales de concreto y mampostería. Si existe evidencia de degradación excesiva, la estructura se considerará como Insegura.

#### ***2.4.2.5 Falla de taludes o cimientos dañados***

Es necesario examinar el terreno en el área inmediata al edificio para determinar si existe evidencia de desplazamiento masivo de suelo, licuación, movimiento de taludes, ruptura de la superficie de falla, distorsiones asociadas al suelo, u otros movimientos de suelo relacionados con terremotos. Estos desplazamientos verticales u horizontales pueden producir daños graves a las edificaciones y fracturar los cimientos causando daños estructurales severos a la superestructura de la edificación.

Si se observan daños en los cimientos o se sospecha de la existencia de ellos, si hay grietas de 25 mm o más de ancho en los cimientos, asentamientos diferenciales mayores que 25 mm, o si hay grietas de más de 50 mm de ancho en la vecindad del edificio, un ingeniero geotecnista o un ingeniero geólogo deberá examinar el sitio y colaborar con la evaluación.

Si se presentan los daños que a continuación se especifican, las estructuras desplazadas sobre dichas áreas de peligro serán clasificadas como con daños geotécnicos y etiquetados como Inseguros:

- a) Base de la edificación desplazada de su lugar o asentamientos diferenciales, con cimientos, paredes, pisos o techos fracturados.
- b) Edificación en zona de falla o con grandes movimientos de tierra (deslizamientos, derrumbes).
- c) Edificaciones en peligro de ser impactadas por deslizamiento o escombros de derrumbes de deslizamiento superiores.

### 2.4.2.6 Otros riesgos

Si existen condiciones inseguras, tales como fugas o derrames de gases y/o líquidos tóxicos, inflamables o cualquier otro material peligroso, o caída de líneas eléctricas, la entrada al área insegura debe ser restringida.

## 2.5 Instalaciones de Servicios

### 2.5.1 Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones eléctricas deben de cumplir las siguientes condiciones en base al Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa:

La instalación eléctrica debe estar construida en congruencia y apegándose a la última edición de la reglamentación de observación obligatoria, indicada en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (Utilización), actual, vigente y colaterales referentes a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

Para la alimentación se tendrá que considerar una acometida 3F 4H+PT, 220/127 V, 60 HZ, se debe de contar un closet especial para la colocación de tableros eléctricos y que este libre de cualquier objeto o equipo que pudiera obstruir el acceso. Se deberán revisar las especificaciones técnicas con la compañía suministradora para dicha acometida.

Las canalizaciones de instalación eléctrica podrán ser metálicas cuando sea aparente como en el interior de los salones, en el caso de las empotradas podrá ser manguera flexible en edificios de hasta tres niveles. El tubo conduit metálico tipo semipesado aparente, debe tratarse con base anticorrosiva y dos manos de pintura azul de esmalte. Para las canalizaciones en exterior se recomienda tubo conduit rígido no metálico de pvc (cloruro de polivinilo), directamente enterrada por cepa de instalaciones a 0.40 m bajo nivel de piso (excepto en cruce de vialidades que irá de 0.80 m).

La instalación para servicio normal debe ir en canalización independiente de la instalación para servicio de tensión regulada esto incluye, las cajas registro de conexiones y placas de apagadores. Los Registros eléctricos de conexiones para instalaciones en exterior tendrán que cumplir con lo siguiente: tapa, marco y contramarco de 0.80x0.80x0.80 m ó 1.00x1.00x1.00 m, hecho de tabique o block con aplanado pulido en su interior y arenoso en la parte inferior del mismo ( $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ ).

Deberá de existir un cuarto eléctrico para la colocación del acondicionador de línea y tablero sub general de tensión regulada. El Tablero sub general recomendado de tensión regulada será

para sobreponer en muro tipo (spectra plug-in), 3f-4h+pt, 600vca max., 60hz, con interruptor principal y derivados tipo ( plug-in), con barra de puesta a tierra (neutro), barra de puesta a tierra aislada y barra de puesta a tierra general, colocado a 0.20 m/s.n.p.t. a la parte inferior del mismo. Lo anterior será de acuerdo a la capacidad requerida del acondicionador de línea y la cantidad de circuitos requeridos para este servicio, ya que de ser posible, este tablero podrá ser sustituido por un centro de carga tipo (TLM), con barra de puesta a tierra aislada.

El Tablero de alumbrado y control recomendado (centro de carga eléctrico de zona), es para sobreponer en muro tipo (TLM), 2f-3h+pt, 220-127vca, 60hz con interruptores termomagnéticos tipo (thql), con barra de puesta a tierra (neutro), barra de puesta a tierra general, colocado a 1.80 m/s.n.p.t. hasta la parte superior del mismo. El control de iluminación y alimentación de los locales será por medio de tableros por módulo o edificio según se requiera.

La iluminación natural se cubrirá con un porcentaje mínimo de 17.5% respecto a la superficie del terreno y la iluminación artificial deberá ser en color blanco Frío (4100°). Para el cálculo del alumbrado artificial se considerarán los siguientes niveles de iluminación mínimos:

**Tabla 2. 8 Niveles de iluminación mínimos**

Salón de Clases	350-400 Luxes
Bibliotecas	600 Luxes
Talleres y laboratorios	350-600 Luxes
Aulas de Cómputo	350-400 Luxes
Oficinas en general	350-500 Luxes
Sanitarios	200 Luxes
Circulaciones	200 luxes
Cafeterías	300 Luxes
Alumbrado exterior	10 Luxes
Estacionamientos	20 Luxes
Locales no específicos	350 Luxes

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Criterio de diseño arquitectónico educación básica. 2013. México, Distrito Federal.

Las luminarias deberán ser de sobreponer en losa, e incluirán gabinete lámina negra en pintura poliéster color blanco con una reflectancia mínima del 93% y una eficiencia del 71%, luminaria compuesta de dos lámparas fluorescentes T-8 de 32W (4100°K) color blanco Frio, con una vida útil a 12hr de uso diario por 46,000 hr, balastro electrónico de 2x32W (encendido rápido) con un factor de balastro =0.88 y un factor de potencia > 0,98 y con un THD ≤ 10%, 1F-2H+PT, 127V, 60Hz, con difusor envolvente acrílico 100% puro. Los receptáculos monofásicos dobles polarizados con puesta a tierra integrada para uso general, se considerarán con conexiones laterales, 15A, 1F-2H+PT, 125Vca, 60 Hz.

Deben de existir, para seguridad de los alumnos, receptáculos monofásicos dobles polarizados con puesta a tierra integrada con protección, para evitar el acceso a cualquier objeto diferente a las espigas de la clavijas (tipo tamper), empleados en todas las áreas donde éstos pueden estar en riesgo considerará conexiones laterales 1F-2H+PT, 125Vca, 60Hz.

Todo el material y el equipo empleado en las instalaciones eléctricas debe contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos acreditado y aprobado de acuerdo a la sección 110-2<sup>23</sup> de la norma NOM-001-SEDE-2005 actual y vigente, estos deben ser suministrados por los proveedores. En área de oficinas y salones de computo se sugiere se haga un diseño de mueble para la colocación del receptáculo monofásico doble polarizado con puesta a tierra aislada para uso de equipos de cómputo y/o electrónicos, colocados dentro del mismo mueble, y en caso de no ser posible, se deberán dejar en registro en piso adecuados para dicho uso, con tapa protectora de latón.

### *2.5.1.2 Evaluación de las instalaciones eléctricas*

Para el diagnóstico de las instalaciones eléctricas es preciso revisar que cumplan los requisitos expuestos en el punto anterior. Por otro lado es necesario el verificar los conductores eléctricos, ya que éstos son una de las principales causas de los accidentes eléctricos, por lo que hay que revisar si:

- a) La sección de los conductores no está de acuerdo a la potencia actual que consume la instalación.

---

<sup>23</sup> NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (Utilización). “Artículo 110 - requisitos de las instalaciones eléctricas. 110-2. Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas y a falta de éstas, con las normas mexicanas. Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento señalado en el párrafo anterior, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y aprobado. Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NOM”.

- b) El sobrecalentamiento de los conductores, producido por el exceso de corriente eléctrica que circula, se traduce en desgaste de aislamiento.
- c) El conductor utilizado es de mala calidad, existiendo diferencias en la sección del cobre, a pesar de ser conductores de la misma sección nominal.
- d) Se producen daños mecánicos sobre los cables durante su instalación.

Además, debemos tener en cuenta que:

- e) El mal estado del material aislante, debido a la antigüedad del conductor o maltrato, puede originar un cortocircuito, incrementando este peligro la presencia de humedad en el lugar de instalación.
- f) El crecimiento desmedido de las instalaciones mediante el uso de extensiones eléctricas (práctica que se está haciendo más común) y sin la asesoría de profesionales calificados, puede desbalancear y ocasionar una sobrecarga en la instalación.
- g) El incorrecto dimensionamiento y selección de los dispositivos de protección contra sobrecorriente y sobretensión no permite su adecuado funcionamiento.
- h) Verificar que los materiales no sean de baja calidad, ya que generalmente incumplen las normas de producto y pueden poner en riesgo la instalación.
- i) Se pone en riesgo la vida y las instalaciones y/o edificaciones ante la falta de sistemas de protección de fallas a tierra (sistema de tierras) y/o contra descargas atmosféricas (pararrayos),
- j) La ausencia y/o falta de un programa de mantenimiento de la instalación eléctrica

## **2.5.2 Instalaciones hidrosanitarias**

### **2.5.2.1 Aguas Fría**

La instalación hidráulica en un plantel escolar comienza desde la toma domiciliaria, la cual comprende el tramo entre la red municipal de distribución y el medidor, incluyendo éste, y la instala el municipio. El material de la tubería puede ser de: cobre o polietileno de alta densidad, dependiendo de la red municipal.

Después del medidor se debe de tener la línea de llenado de la cisterna, la cual comprende el tramo que hay entre el medidor y la cisterna, el material de la tubería puede ser de cobre, acero o P.V.C. hidráulico, dependiendo en buena medida las características del terreno y la factibilidad de los materiales. En la parte final de la línea de llenado de cisterna, debe existir un flotador de alta presión para controlar el nivel máximo de llenado de la cisterna.

El volumen de la cisterna debe de ser capaz de tener un almacenamiento mínimo de tres días, por cualquier falla en el suministro. A partir de la cisterna se contempla la instalación de un equipo hidroneumático, el cual consta de dos bombas y un tanque precargado para mantener presurizado el sistema, ya que es necesario la ubicación de varios tanques elevados (Tinacos), los cuales serán llenados a través de un sistema de distribución a base de tuberías que partirán del cuarto del equipo hidroneumático hasta los tinacos. La tubería en la mayor parte de su recorrido será llevada enterrada en el terreno, debidamente protegida, de acuerdo con su recorrido o el tipo de suelo de que se trate, para evitar que se dañe.

En la red que alimenta a cada uno de los tinacos deberá existir una válvula en un registro antes de entrar al edificio y subir al tinaco. De estos tinacos bajarán columnas de agua fría para alimentar a los muebles sanitarios que requieran de agua para su funcionamiento. Habrá una válvula de seccionamiento por cada núcleo de muebles sanitarios que se tengan, para en caso de tener alguna fuga o remodelación, se pueda aislar una zona sin afectar las demás.

En los sanitarios, los muebles serán de tanque bajo en el caso de inodoros y fluxómetro en el caso de mingitorios, para los lavabos se instalarán lavabos con llaves economizadoras. Se tendrá una llave de nariz en cada tarja de aseo. En los sanitarios deben de existir coladeras a fin de drenar las aguas que resultan del aseo de los mismos.

### ***2.5.2.2 Aguas residuales***

Para el caso de las aguas negras el planten tiene que contar con una serie de tuberías que reciben las descargas de los muebles sanitarios para después ser conducidos hasta los registros y a partir de éstos a otra tubería llamada albañal, la cual es utilizada para conducir las hasta la planta de tratamiento (La tubería de albañal puede ser de P.V.C. o de Polietileno de Alta densidad). Los drenajes son desalojados por gravedad y las tuberías de drenajes son también apoyadas con tuberías de ventilación para mantener el sistema de drenajes funcionando de manera adecuada.

Las trayectorias de tuberías en el interior de edificios normalmente son paralelas a los ejes de las trabes o contra trabes, las pendientes mínimas que deberán considerarse serán las siguientes:

- Las tuberías horizontales con diámetros de 75 mm o menores se proyectarán con una pendiente mínima del 2%.
- Las tuberías horizontales con diámetros de 100 mm o mayores se proyectarán con una pendiente mínima del 1.5%.

Las tuberías en el interior del edificio pueden ser de Fierro Fundido tipo TAR o de P.V.C. sanitario, dependiendo en gran medida del tipo de terreno y de la factibilidad de los materiales.

La capacidad de las tuberías que conducen aguas negras en los albañales se calculan con el gasto a medio tubo conservando un mínimo de velocidad de 60 cm/s, para que no se tengan sedimentaciones que ocasionen obturaciones en la tubería. Se instalarán registros de mampostería a cada 10 metros aproximadamente, con el fin de tener la posibilidad de dar mantenimiento o desazolvarlos.

En cada salida de aguas residuales del edificio deberá desfogar en un registro cuyas dimensiones mínimas serán las siguientes:

- Para profundidades hasta de un metro: 40 x 60 cm.
- Para profundidades de 1.0 a 1.5 m: 50 x 70 cm.
- Para profundidades de 1.5 a 1.8 m: 60 x 80 cm.

En todos los casos las dimensiones mínimas de la tapa serán de 40 x 60 cm.

Los inmuebles educativos contarán con módulos sanitarios que reunirán las condiciones para su uso por personas con discapacidad<sup>24</sup>; los módulos serán de uso mixto y estarán localizados al frente de los núcleos sanitarios, nunca en la parte posterior o al fondo.

### ***2.5.2.3 Aguas pluviales***

El sistema de eliminación de aguas pluviales tiene por objeto el drenado de todas las superficies recolectoras de estas aguas, tales como azoteas, patios, estacionamientos, etc., y conducirlas al punto de desfogue que se indique.

Si las condiciones del lugar permiten que estas aguas descarguen libremente y su desalojo sea todo superficialmente, la superficie del terreno debe de estar diseñada para que las aguas

---

<sup>24</sup> Para las especificaciones de los núcleos sanitarios para personas con capacidades diferentes se deberán de revisar las normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen III. Tomo II. Norma de accesibilidad del Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa.

pluviales salgan de manera natural sin provocar encharcamientos dentro del terreno, utilizando las pendientes mínimas en la topografía del terreno.

Por otro lado si el municipio cuenta con un albañal municipal de aguas pluviales, entonces el inmueble deberá de contar con un albañal interior conectado al albañal municipal. El material de las tuberías en las redes exteriores serán de polipropileno tipo ADS, en todos los diámetros.

#### 2.5.2.4 Núcleos sanitarios

Las dimensiones de los espacios para alojar muebles y accesorios sanitarios no deben de ser inferiores a las siguientes:

**Tabla 2. 9 Dimensiones mínimas de los espacios para accesorios sanitarios**

Mueble	Ancho (m)	Fondo (m)
Inodoro	0.75	1.10
Inodoro personas con discapacidad	1.70	1.70
Lavabo	0.75	0.90

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Guía para el diseño de núcleos sanitarios 2012. México, Distrito Federal.

Las dimensiones mínimas de las circulaciones al interior del módulo sanitario no serán inferiores a 1.00 m de ancho.

Deberá de existir un sanitario para uso de personas con discapacidad por cada 10 inodoros o lavabos existentes en el inmueble. Éste será de uso mixto y estará localizado al frente de los módulos sanitarios.

El acceso a los núcleos sanitarios será de tal manera que no se tengan a la vista los inodoros, mingitorios y regaderas.

Contarán con un cancel de desagüe en piso, ubicado en la parte posterior de los muebles sanitarios con un ancho de 0.10 m y una pendiente del 1% para limpieza.

Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios deben resistir el fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, de conformidad con la NMX-C-307 “Industria de la construcción - edificaciones - componentes - resistencia al fuego determinación”.

El número mínimo de muebles para servicios sanitarios es el siguiente:

Tabla 2. 10 Requerimientos mínimos de mobiliario de servicios

Modalidad Educativa		Tipo de Mueble		
		Excusado	Mingitorio	Lavabo
Jardín de Niños 3 o 6 grupos				
Alumnos	Hombres	2	1	1
	Mujeres	2	-	2
Maestros	Mujeres	1	-	1
Jardín de Niños 9 grupos				
Alumnos	Hombres	4	4	4
	Mujeres	6	-	4
Maestros	Mujeres	2	-	1
Primaria 6 grupos				
Alumnos	Hombres	2	2	2
	Mujeres	1	-	2
Maestros	Hombres	1	-	1
	Mujeres	1	-	1
Primaria 12 grupos				
Alumnos	Hombres	3	2	2
	Mujeres	5	-	2
Maestros	Hombres	1	-	1
	Mujeres	1	-	1
Primaria 18 grupos				
Alumnos	Hombres	7	4	5
	Mujeres	11	-	5
Maestros	Hombres	2	-	1
	Mujeres	2	-	1
Secundaria General 6 grupos				

Alumnos	Hombres	1	2	2
	Mujeres	3	-	2
Maestros	Hombres	1	-	1
	Mujeres	1	-	1
Secundaria General y Técnica 12 grupos				
Alumnos	Hombres	3	2	2
	Mujeres	5	-	2
Maestros	Hombres	1	-	1
	Mujeres	1	-	1
Secundaria General y Técnica 18 grupos				
Alumnos	Hombres	7	4	5
	Mujeres	11	-	5
Maestros	Hombres	2	-	1
	Mujeres	2	-	1

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo I. Diseño arquitectónico. 2012. México, Distrito Federal.

En cuanto a lo referente con los acabados las especificaciones de materiales deberán basarse en el análisis de los requerimientos generales y particulares de los inmuebles y en la identificación de los productos cuyas propiedades satisfagan los términos de funcionalidad, bajo costo de mantenimiento, vida útil, identidad e integración de las escuelas a su entorno.

#### 2.5.2.3.1 Inodoros

Todos los inodoros no tendrán un gasto superior a 5 litros por descarga y tendrán un cuerpo de cerámica vitrificada de 6 mm de espesor mínimo, acabado porcelanizado de alto brillo, trampa expuesta, válvula de descarga con sello hermético y asiento de polipropileno antibacterial sin tapa, color blanco.

Para el nivel preescolar se utilizarán inodoros redondos, para el resto de los niveles tipo básico se utilizarán inodoros alargados. En ningún caso se utilizarán inodoros de tanque alto (tipo codo). Los inodoros permitidos son:

- a) Taza-tanque redonda ahorradora de agua de 4.8 litros.
- b) Taza-tanque alargada ahorradora de agua de 4.8 litros.
- c) Taza-tanque alargada ahorradora de agua de 4.8 litros, altura de 45 a 50 cm, sobre el nivel de piso terminado, para personas con discapacidad.
- d) Taza para fluxómetro alargada, de bajo consumo de agua.
- e) Taza para fluxómetro alargada, de bajo consumo de agua, altura de 45 a 50 cm, sobre el nivel de piso terminado, para personas con discapacidad.

#### 2.5.2.3.2 Mingitorios

El cuerpo de los mingitorios será de cerámica de hasta 10 mm de espesor, acabado tipo espejo en esmalte recocido de 7.5 micras y resistencia al impacto de 20 kg/m<sup>2</sup>, de resistencia entre 2 y 10 PH de acidez y alcalinidad. Los mingitorios aceptables son:

- a) Tipo ecológico seco, con trampa de acero inoxidable tipo 304 o SBS, sello para impedir el paso de malos olores fabricado con membrana de silicón y hule natural (látex) de 28 milésimas de centímetro de espesor como mínimo.
- b) Tipo ecológico seco, con trampa-cartucho de polipropileno y teflón y sello para impedir el paso de malos olores fabricado con esfera de polipropileno.
- c) Para fluxómetro de 0.5 y 1 litros de descarga, tipo cascada, con anclas de acero inoxidable.

#### 2.5.2.3.3 Fluxómetros

Deben cumplir los siguientes máximos de descarga de 4 segundos: Para inodoros la descarga mínima será de 5.5 litros y máxima de 6 litros, con un tiempo máximo de descarga de 7 segundos. Para mingitorios la descarga mínima será de 2 litros y máxima de 3 litros, con un tiempo máximo de descarga de 4 segundos.

#### 2.5.2.3.4 Lavabos

Los lavabos deben ser de sobreponer redondos u ovalados, de cerámica vitrificada horneada a alta temperatura, de 6 mm de espesor mínimo, acabado porcelanizado de alto brillo, sin grietas en el esmalte, con un diámetro máximo para redondos de 486 mm nominal, y para ovalados con dimensiones de 500 a 550 mm de ancho nominal. También pueden ser tipo empotrar

de cerámica vitrificada a alta temperatura, de 6 mm de espesor mínimo, acabado porcelanizado de alto brillo, grado de absorción menor a 0.5%, esmalte de alta resistencia con perforaciones a 8”.

### 2.5.2.3.5 Mamparas

En los niveles de preescolar y primaria tendrán una altura máxima de 1.50 m. Para el nivel de secundaria será de 1.80 m. Las mamparas pueden ser:

- a) De lámina esmaltada calibre 24, estructurada con perfil tubular cuadrado de 1” x 1” calibre 20, con estructura perimetral monolítica con refuerzos interiores, uniones electrosoldadas, periferia con moldura de acero inoxidable tipo 304, calibre 24, relleno interior con placa de poliestireno expandido con una densidad de 14 kg/cm<sup>3</sup>. Pilastras a piso de lámina galvanizada calibre 20, con cubierta de acero inoxidable tipo 304 en calibre 24. Herrajes de acero inoxidable para fijación de mamparas a muro y piso.
- b) De lámina de acero porcelanizado doblemente horneado calibre 22, con estructura interna fabricada con perfil tubular de acero galvanizado de 1 1/8” y relleno de placa de cartón de panal de 1” para amortiguar el ruido, marco de aluminio anodizado natural, bisagras abrillantadas de 3/16”, zoclo de lámina de acero inoxidable, herrajes de aluminio natural para fijación de piezas a muro y sistema de fijación con anclas internas ocultas en fijo de mampara a piso.

### 2.5.3 Evaluación

Para el diagnóstico de las instalaciones hidrosanitarias se deben de verificar que se cumplan los criterios de materiales y medidas expuestos en el punto anterior, además de verificar las alturas del mobiliario siguiente:

**Tabla 2. 11 Alturas para mobiliario**

Alturas Mobiliario (cm sobre nivel de piso terminado)			
Mueble	Jardín de niños	Primaria	Secundaria
Lavabo	60	70	85
Mingitorio	45	52	60

**Fuente:** Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. Criterios normativos. Guía para el diseño de núcleos sanitarios 2012. México, Distrito Federal.

Es importante el revisar filtraciones y funcionamiento de instalaciones sanitarias interiores y exteriores y sus componentes, tales como:

Para las instalaciones exteriores se deben de revisar:

- Revisar goteos, filtraciones y facilidad de accionamiento de:
  - Llaves, válvulas, grifos y bebederos
  - Estanques de agua y sus mecanismos
  - Paneles solares (si existen)
- Verificar el escurrimiento de la red de alcantarillado de aguas.
- Revisar la limpieza y el escurrimiento de las cámaras de alcantarillado.
- Inspeccionar si las tapas de cámaras están dañadas o quebradas.
- Examinar el estado de colmatación de las fosas sépticas.
- Verificar el estado de colmatación de los pozos negros.
- Revisar el sellado y bomba de extracción de las Norias.
- Se deben de inspeccionar los niveles de las trampas de grasas.
- En los cloradores se deben de revisar su nivel de cloro.

En cuanto a las instalaciones interiores se debe poner atención en los siguientes puntos:

- En las tuberías de agua potable revisar posibilidad de filtraciones, humedad en muros o pisos.
- Para las llaves de paso revisar filtraciones, goteos y funcionamiento.
- En las descargas de alcantarillado inspeccionar escurrimiento y obstrucciones.
- En Piletas verificar limpieza, escurrimiento y rejillas.
- En los artefactos sanitarios revisar filtraciones, fijaciones y funcionamiento.
- En cuanto a toda la grifería revisar filtraciones, goteos y funcionamiento.
- Inspeccionar limpieza y obstrucciones de Sifones y desagües.
- En calefones revisar filtraciones y funcionamiento.

## 2.6 Imagen

Uno de los elementos fundamentales de la Identidad Institucional es el color. Su aplicación en la infraestructura física educativa sirve como distintivo del nivel y modalidad al que pertenecen los inmuebles.

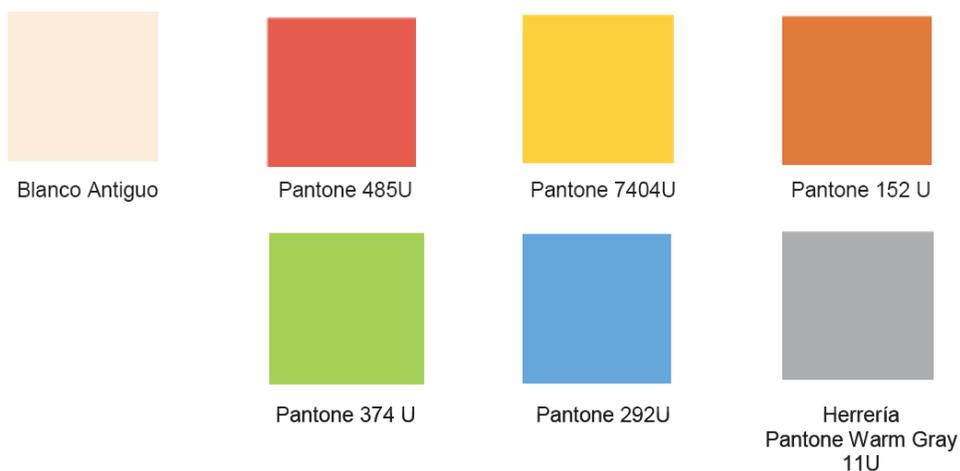
Para la elección de los colores a utilizar en cada nivel educativo y sus diferentes modalidades, los criterios normativos del INIFED consideraron el contraste con el ambiente dominante en la infraestructura física educativa y la psicología y manejo cultural del color.

El resultado fue que se obtuvo una división que facilitará al usuario la tipificación de los espacios educativos con el empleo de colores rápidamente identificables. Los colores seleccionados están catalogados mediante un sistema de definición cromática en el que cada color se describe por una clave alfanumérica. A este sistema se le conoce como código cromático.

### 2.6.1 Preescolar

Por ser un nivel educativo lúdico, se ha seleccionado una amplia gama de colores que inviten al juego sin distraer la atención de las niñas y los niños de las actividades pedagógicas. El código cromático es el siguiente:

Figura 2. 1 Código cromático Preescolar



**Fuente:** Manual de imagen y señalización. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

### 2.6.2 Primaria

La gama de colores seleccionada para las primarias tiene dos connotaciones principales, la primera es la asimilación con la tierra y la intención de integrar el inmueble educativo con el entorno tomando una parte del mismo. La segunda es la estimulación anímica al juego y al estudio que provoca el uso de colores de la gama del amarillo, un color brillante y luminoso que genera un ambiente de alegría y rompe con la neutralidad que brinda el color base. Su código cromático es el siguiente:

Figura 2. 2 Código cromático Primarias



**Fuente:** Manual de imagen y señalización. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

### 2.6.3 Secundaria

La intención del color es identificar al inmueble educativo del esquema neutro que lo rodea. Este color cálido, representa el dinamismo y es atractivo para los usuarios, pero sin percibirlo como un distractor para la enseñanza. El código cromático de las secundarias es:

Figura 2. 3 Código cromático Secundarias



**Fuente:** Manual de imagen y señalización. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

## 2.6.4 Evaluación

Para la evaluación de la pintura tanto exterior como interior, se respetarán todos los colores de materiales y acabados aparentes existentes, por lo que es importante el inspeccionar el estado y calidad de éstos. Por otra parte los colores presentados por el INIFED fungirán como guía en el caso de que se tenga planteado el hacer un rediseño de imagen (pintura) del inmueble escolar. Es preciso considerar los siguientes criterios que maneja la normativa<sup>25</sup>:

- Todos los colores especificados son mate.
- El color blanco antiguo se utiliza como color predominante (color base), el resto de los colores se utilizan para acentuar elementos estructurales como travesaños, columnas, cerramientos, muros cabeceros y resaltar algunos elementos arquitectónicos.
- Todos los plafones deben estar pintados en color blanco antiguo.
- La herrería en ventanas debe estar pintada en color Pantone Warm Gray 11 U y la cancelería será de aluminio anodizado tipo duranodic, tanto en interiores como en exteriores.
- En exteriores y fachadas no debe de existir la concentración de colores de elevada intensidad; los colores vivos solo se utilizan en superficies de pequeñas dimensiones y habrán de ser armonizados con los otros colores y tonos del conjunto.
- Pueden utilizarse materiales cuyos colores igualen o se aproximen a los colores especificados.

## 2.7 Estudios de factibilidad

La norma NMX-R-021-SCFI-2005 *Escuelas –Calidad de la infraestructura física educativa – Requisitos* establece para el sector público y privado para las infraestructuras físicas educativas tipo 1 y tipo 2 cuenten con la siguiente documentación que demuestre el desarrollo de las siguientes estudios relacionados a la factibilidad:

- Estudios para la selección del terreno.
- Estudios de mecánica de suelos, hidrológicos y topográficos (los resultados se deben haber considerado en el desarrollo del diseño del inmueble)
- Plan rector que contenga las etapas de elaboración del proyecto y construcción, hasta su consolidación.

---

<sup>25</sup> Manual de imagen y señalización. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

- Presupuesto base para el desarrollo del proyecto ejecutivo.

## 2.8 Conclusión capitular

Para poder llevar a cabo un correcto levantamiento y diagnóstico de necesidades de la infraestructura física educativa es necesario, conocer en primer lugar los requerimientos básicos que hacen que los inmuebles se encuentren en óptimo estado para su funcionamiento. En base a la normatividad estudiada, se comprueba que dichas necesidades básicas tienen que ver con el proyecto arquitectónico, el proyecto estructural y el proyecto de instalaciones de servicios.

La lista de necesidades mencionada en el presente capítulo sirve como base, para que posteriormente sean clasificadas y priorizada con el fin de tener una categorización general de los inmuebles educativos, es decir saber cuáles de ellos necesitan con mayor urgencia un mantenimiento y/o modernización en cuanto a su infraestructura.

Al ir proponiendo una metodología para el diagnóstico de las necesidades de la infraestructura física educativa se avanza en el objetivo general de la tesis, la cual busca ser un manual práctico para la verificación de la calidad de la infraestructura física educativa y elegir un óptimo mantenimiento o modernización en base a las necesidades que presente, para que con ello se lleve a cabo un correcto aprovechamiento de recursos públicos. Por lo que lo expuesto en el presente capítulo, favorece en gran medida a la hipótesis general del trabajo.

Es importante señalar que una primera evaluación superficial nos la pueden proporcionar el personal docente que está en las escuelas, ya que ellos mismos nos pueden decir que necesidades son las que tienen o que problemas para ellos son más graves como por ejemplo problemas de desazolve, falta de limpieza, mal funcionamiento de luminarias e instalaciones eléctricas en general, falta de mobiliario y equipo, etc. A pesar de lo que nos proporcionen el método sugiere hacer una evaluación completa del inmueble de educación básica.

# CAPÍTULO III CLASIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS INMUEBLES ESCOLARES

---

### 3.1 Introducción Capitular

- a) **Objetivo particular:** Proponer una clasificación las necesidades de los inmuebles escolares en mal estado en diferentes grupos, con la finalidad que sea más fácil su identificación y su posible corrección. A partir de esta clasificación posteriormente se propondrá un orden de importancia de las necesidades para poder llevar a cabo la priorización de los inmuebles escolares.
- b) **Descripción:** En este capítulo se establece clasificar las necesidades de los inmuebles escolares en cuatro grupos que son: seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana, ya que se consideró que en estos cuatro grupos están incluidos todas las necesidades que se pueden encontrar en un inmueble.

Así mismo se presenta a manera de ejemplo las necesidades más comunes que se pueden encontrar en cada grupo.

Por último se utiliza el método de ponderación de variables para establecer la priorización de las necesidades de los inmuebles.

- c) **Técnicas y fuentes de información:** Se consultaron las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones del Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa, la Ley de Ordenación de la Edificación y el Código Técnico de Edificación. También se recabó información de las Normas para el Diseño de Edificios escolares de la UNESCO. Se tomó información de algunos libros referentes a imagen urbana y a la priorización de problemas. Se consultaron trabajos académicos referentes al método Mic Mac de estructuración, así como páginas de internet referentes con los temas tratados en el presente capítulo.
- d) **Limitaciones:** Poca información concisa referente a la clasificación de las necesidades de los inmuebles escolares.

## 3.2 Generalidades

El primer paso para poder llevar a cabo la modernización de los inmuebles escolares de educación básica es la identificación de las necesidades, para lo cual en el capítulo II de esta tesis se explicó la forma de evaluarlas, por lo tanto, lo siguiente es agrupar dichas necesidades.

Las edificaciones en general deben de cumplir los siguientes criterios:

- ◆ Que se cumplan los requerimientos del usuario, de espacio y equipo, de acuerdo a los recursos económicos
- ◆ Que las construcciones sean estructuralmente sólidas;
- ◆ Que los ocupantes obtengan condiciones aceptables de confort y bienestar
- ◆ Que se respete el medio ambiente local.

Siguiendo estos criterios para los inmuebles escolares de acuerdo a la Ley general de infraestructura física educativa se tiene que:

**“Artículo 7.** La infraestructura física educativa del país deberá cumplir requisitos de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia, de acuerdo con la política educativa determinada por el Estado -Federación, estados, Distrito Federal y municipios-, con base en lo establecido en el artículo 3o. constitucional; la Ley General de Educación; las leyes estatales de educación y del Distrito Federal; el Plan Nacional de Desarrollo; el Programa Sectorial; los programas educativos estatales y del Distrito Federal, así como los programas de desarrollo regional”.

La calidad de la infraestructura física educativa se refiere al cumplimiento de los requisitos del inmueble, establecidos a través de un contrato y sus anexos, proyecto ejecutivo, especificaciones técnicas, programas productivos, entre otros; legislación, normatividad y reglamentación aplicable. La seguridad son las condiciones que debe cumplir el inmueble para establecer que las actividades para las que fue diseñado, en este caso la docencia, puedan realizarse de forma segura. La funcionalidad son las características que hacen al inmueble útil y práctico, la oportunidad y la equidad se refieren a que el inmueble sea accesible para los individuos que lo necesiten y que hayan instalaciones para personas con capacidades diferentes. La sustentabilidad se refiere a que las condiciones del inmueble le permitan mantenerse en buen estado con un mantenimiento que no sea excesivo en costos, y por último la pertinencia describe la buena adecuación y armonía de los elementos que forman el inmueble escolar.

Con el fin de garantizar los requisitos antes expuestos, en este trabajo de investigación se propone dividir las necesidades de la infraestructura física educativa en los grupos de seguridad,

funcionalidad, higiene e imagen urbana, ya que con esto se satisfacen dichos requisitos, por lo que los inmuebles escolares deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan los requerimientos que se establecen en los grupos propuestos.

Estos grupos engloban todas las necesidades que se pueden encontrar en un inmueble escolar, por ello se ha decidido clasificar dichas necesidades en estos cuatro rubros a fin de que posteriormente esta categorización ayude a la toma de decisiones de qué inmuebles tienen prioridad sobre otros para su mantenimiento.

Figura 3. 1 Clasificación de las necesidades de los inmuebles escolares



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Seguridad

La seguridad de un inmueble escolar se refiere a que tiene que asegurar que posee un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones previsibles y acciones imprevisibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto. De acuerdo con el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, contempla en su artículo 174 del título sexto en su capítulo primero los inmuebles educativos se encuentran clasificados en el grupo A de las edificaciones, es decir son aquellas que “cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que

constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana”<sup>26</sup>.

El proyecto y cálculo de las estructuras deberá satisfacer los requisitos de seguridad que una construcción ha de ofrecer durante su vida útil, para evitar cualquier estado límite de falla y proporcionar un comportamiento adecuado, sin rebasar ningún estado límite de servicio en condiciones normales de operación.

Para satisfacer este objetivo el inmueble en su conjunto, las partes que lo componen y los elementos resistentes no estructurales se proyectarán, fabricarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen a continuación<sup>27</sup>:

- ◆ Resistencia y estabilidad: mantención de la resistencia y la estabilidad frente a acciones e influencias previsibles.
- ◆ Aptitud de servicio: No se produzcan deformaciones, degradaciones y anomalías inadmisibles. Los efectos dinámicos de las acciones no generen molestias a los usuarios.

### 3.3.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la seguridad

Las necesidades de los inmuebles que entran en esta clasificación son las referentes al proyecto estructural. En otras palabras las necesidades que incluyen en este grupo son los elementos estructurales que dan forma, rigidez y estabilidad estructural al inmueble escolar, como son las columnas y trabes, así como las losas de azotea, de entrepiso, muros de contención etc.

## 3.4 Funcionalidad

En general la funcionalidad de una edificación se refiere a que cumpla con las condiciones para la cual fue construida. En otras palabras que cumplan adecuadamente su función.

La funcionalidad de los espacios educativos, puede definirse como:

“La relación entre necesidades y recursos, optimizada de modo coherente según los criterios elementales de economía y de acuerdo a las necesidades funcionales de la pedagogía buscando:

---

<sup>26</sup> Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, artículo 174.

<sup>27</sup> Código Técnico de Edificación. Ministerio de Fomento. España.

- Máxima adecuación entre las actividades educativas básicas y su respuesta espacial.
- Repetición, que simplifique los diseños, construcción y mantenimiento de los edificios educativos y que reduzca los costos globales de los mismos y optimización del nivel de higiene y confort que facilite el mejor aprovechamiento de la tarea educativa”<sup>28</sup>.

En base a la Ley de Ordenación de la Edificación<sup>29</sup>, los requisitos básicos relativos a la funcionalidad de cualquier edificación pueden definir de la manera siguiente.

### 3.4.1 Utilización

Se refiere a que las edificaciones sean utilizadas de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.

#### 3.4.1.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la utilización

Las necesidades que entrarán en este campo son las relacionadas con el proyecto arquitectónico del inmueble escolar, es decir:

- Planta de conjunto (ejes y trazo)
- Plantas arquitectónicas
- Cortes generales
- Cancelería y carpintería
- Mobiliario
- Acabados
- Aulas (número y dimensiones)
- Talleres
- Biblioteca

En esta clasificación entran las necesidades relacionadas con las instalaciones eléctricas.

<sup>28</sup> Normas para el Diseño de Edificios Escolares. UNESCO

<sup>29</sup> Ley de Ordenación de la Edificación- LOE. Ley 38/1999, de 5 de noviembre. Jefatura del Estado. (BOE núm. 166, de 6 noviembre de 1999). Artículo 3. Requisitos Básicos de la Edificación. Comisión técnica para la calidad de la edificación.

### 3.4.2 Accesibilidad

La accesibilidad puede definirse como la combinación de elementos constructivos y operativos que permiten a las personas entrar, desplazarse, orientarse y comunicarse con un uso seguro, autónomo y cómodo en los espacios construidos, en el mobiliario y en el equipo. Se deben tener en cuenta los siguientes criterios generales<sup>30</sup> en cuanto a la accesibilidad:

- a) Se debe de garantizar el uso y acceso a un número cada vez más amplio de personas en la definición de medidas y criterios para el diseño de los espacios y el mobiliario.
- b) Garantizar la continuidad de rutas libres de obstáculos al interior de las edificaciones y espacios abiertos de uso público y privado.
- c) Integrar rutas accesibles desde el exterior para que los usuarios ingresen libremente y con seguridad hasta el punto deseado. Se traduce en permitir la accesibilidad desde banquetas, paradas de autobuses, estacionamientos y demás lugares que sirvan de infraestructura auxiliar al inmueble educativo.

#### 3.4.2.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la accesibilidad

En este rubro entrarían todas las necesidades de los inmuebles escolares referentes a:

- Accesos incluyendo puertas
- Salidas de emergencia
- Circulaciones y rutas accesibles
- Andadores y banquetas
- Pasillos
- Rampas
- Escaleras
- Salidas de emergencia

---

<sup>30</sup> En base a las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones. Volumen III Habitabilidad y funcionamiento. Tomo II Norma de accesibilidad. Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED).

### 3.5 Higiene

Este grupo se refiere a las instalaciones hidráulicas del inmueble escolar, que son la prolongación dentro del mismo de la red municipal de distribución de agua potable a los diferentes servicios (núcleos sanitarios, cocinas, tinacos, red de riego, etc.), y a las instalaciones sanitarias que es el conjunto de tuberías, ramales y conexiones provistos para desalojar las aguas residuales de los inmuebles.

El componente de agua, saneamiento e higiene en las escuelas ha sido reconocido mundialmente como intervención clave para promover los derechos de niños y niñas a gozar de buena salud y un medio ambiente limpio. Además de un cambio generacional en la promoción, los comportamientos y las actitudes sobre la salud.

Las iniciativas de agua, saneamiento e higiene en escuelas contribuyen a hacer realidad los derechos del niño a sobrevivir y desarrollarse. Al promover el sector y apoyar programas nacionales que amplían el acceso equitativo y sostenible y el uso de agua potable y servicios sanitarios básicos, promueven una mejor higiene y amplían el acceso a la educación de calidad.

El proyecto para el suministro y distribución de agua potable a un inmueble escolar, deberá estar diseñado de tal forma que garantice, la pureza del agua y evite su contaminación, el consumo mínimo de agua necesario<sup>31</sup> y el correcto funcionamiento y limpieza del sistema.

Por otra parte el proyecto del drenaje para la eliminación o desalojo de las aguas negras y pluviales de los inmuebles escolares, estará basado en las consideraciones siguientes:

- La red de drenaje: Podrá ser mixta, combinada o sanitaria, según sea que conduzca aguas negras y/o pluviales a la red municipal; las aguas residuales pueden separarse en aguas negras y aguas jabonosas.
- Unidades de descarga: Se entenderá por unidad de descarga, la cantidad de agua que desaloja un mueble en uso intermitente normal, en un minuto y que equivale aproximadamente a 28 lts/min para un desagüe de 32 mm de diámetro.
- Diseño del diámetro de tuberías: El diámetro de las tuberías de drenaje se diseñará atendiendo a la dotación de agua y a la máxima horaria de descarga probable. La red de aguas pluviales en sistemas separados, se proyectará para el desalojo de azoteas y áreas

---

<sup>31</sup> la dotación mínima recomendable de agua para escuelas de nivel básico es de 50 lts/alumno/día. Según las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones. Volumen V Instalaciones de servicio. Tomo II Instalaciones hidrosanitarias. Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED).

exteriores en función de la precipitación pluvial correspondiente a una hora de duración y un periodo de retorno de dos años.

- Bajadas: El diámetro de las bajadas dependerá del número y distribución de los muebles sanitarios que descarguen en ellas.

### 3.5.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la higiene

Las necesidades de los inmuebles relacionados con la higiene con todas las referentes a las instalaciones hidrosanitarias. Dichas necesidades incluyen:

- Sistema de distribución de agua fría, caliente y retorno de agua caliente.
- Sistema de protección contra incendio.
- Sistema para eliminar aguas pluviales, negras y ventilación de tuberías.
- Redes generales de alimentación a los edificios incluyendo localización de toma domiciliaría, cisterna, bombas, tinacos y tanques de gas LP.
- Instalaciones para riego de jardines o jardineras.
- Albañales y alcantarillado.
- Toma domiciliaria.
- Cisterna.
- Equipo de bombeo.
- Control de bombeo.
- Casa de máquinas.
- Registros de albañal.
- Pozos de visita.
- Fosa séptica.
- Drenes.
- Tanque elevado.
- Trincheras.
- Pozo de absorción.
- Mingitorios.
- Escusados.
- Lavabos.

## 3.6 Imagen Urbana

La imagen urbana se refiere a la conjugación de los elementos naturales y construidos que forman parte del marco visual de los habitantes de la ciudad, (la presencia y predominio de determinados materiales y sistemas constructivos, el tamaño de los lotes, la densidad de población, la cobertura y calidad de los servicios urbanos básicos, como son el agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público y, el estado general de la vivienda), en interrelación con las costumbres y usos de sus habitantes, así como por el tipo de actividades económicas que se desarrollan en la ciudad.

En el caso del Distrito Federal es además producto del proceso histórico de fundación y desarrollo del país, al ser su capital, es decir es la relación sensible y lógica de lo artificial con lo natural, logrando un conjunto visual agradable y armonioso, desarrollándose por tanto entre sus habitantes una identificación con su ciudad, con su barrio, con su colonia. A partir de la forma en que se apropia y usa el espacio que le brinda la ciudad.

La creación de la imagen de la ciudad se da a partir de lo que ve el ciudadano y de cómo lo interpreta y organiza mentalmente<sup>32</sup> se refiere a esquemas mentales de la ciudad, realizados a partir de caminar e integrarse a la ciudad, razón por la cual se tienen imágenes diferentes entre sí y con la misma realidad exterior.

El concepto de imagen urbana se encuentra estrechamente relacionado con la calidad del ambiente urbano, mismo que se conforma principalmente a través de la mezcla de elementos arquitectónicos, de diseño, arte y comunicación<sup>33</sup>. Mismo que depende en gran medida del equilibrio de las fuerzas que interactúan en el espacio público y de las masas que lo componen, es decir entre el espacio natural y el construido, equilibrio que finalmente permite leer claramente a la ciudad y por tanto vivirla e identificarse con ella.

### 3.6.1 Necesidades de los inmuebles escolares referentes a la imagen urbana

Las necesidades incluidas en esta cuarta clasificación para efectos de esta tesis son las relacionadas con la pintura y los acabados del inmueble escolar.

---

<sup>32</sup> LINCH, Kevin, LA IMAGEN DE LA CIUDAD, Gustavo Gili, SA, 1960, Barcelona, GG REPRINTS 2000, Pp. 227.

<sup>33</sup> COCCATO, Marcelo Andrés, Imagen Urbana y Calidad Ambiental, (en línea): documento disponible en Internet. Disponible en <http://e.edu.ar/areadigital/nota>.

## 3.7 Priorización de las necesidades de los inmuebles

Priorizar implica ordenar jerárquicamente las diferentes situaciones problemáticas, según su importancia o valor que se les asigna quienes analizan. En otras palabras, priorizar es valorar para la decisión de intervención, sabiendo que no todos los problemas tienen la misma importancia y que no siempre se cuenta con los recursos suficientes para intervenir todos los problemas encontrados. Por esto la gran dificultad de priorizar no es escoger sino renunciar.

A nivel de los problemas identificados en la infraestructura física educativa, es necesario establecer algún grado de priorización, que en definitiva determine qué es más importante, ya sea en función de la planificación o de los intereses de la autoridad vigente en un momento dado.

El concepto de priorización no quiere decir que los problemas menos priorizados dejen de atenderse, sino que solamente cuál se atenderá primero, ya que un problema no atendido en un momento dado puede transformarse en grave tiempo después. Es el caso típico del mantenimiento de los sanitarios de las escuelas, que cuando dejan de hacerse estas actividades el deterioro se potencia.

A continuación se propone un instrumento de priorización para las necesidades de los inmuebles.

### 3.7.1 Método de ponderación de variables

Este método está basado en el análisis estructural Mic Mac que es una herramienta que ofrece la posibilidad de describir un sistema con la ayuda de una matriz, poniendo en relación todos sus elementos constitutivos. Analiza las variables del objeto de estudio como un sistema donde cada elemento guarda una relación de interdependencia. El método permite identificar las variables esenciales es decir las que tienen mayor prioridad.

Esta herramienta nos brinda la oportunidad de poder percibir con ayuda de una matriz la influencia o relaciones que las variables tienen entre sí. De esta manera nos permite identificar cuáles son aquellas variables claves o influyentes, y cuáles dependientes, para que finalmente podamos determinar cuáles son las más sobresalientes. El método se divide en tres fases.

### 3.7.1.1 Fase uno listado de las variables

El primer paso es enumerar todas las variables que van a conformar el sistema. Para el caso de esta tesis, nuestras variables corresponden a los grupos que engloban las necesidades que pueden existir en los inmuebles escolares en mal estado, es decir las variables de nuestro sistema son cuatro las cuales son: Seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana.

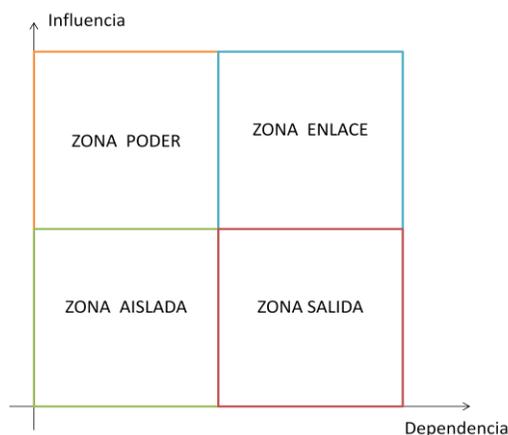
### 3.7.1.2 Fase dos descripción de las relaciones entre variables

Se elabora una matriz cuadrada con las variables para encontrar la relación que existe entre ellas. El relleno de la matriz es cualitativo, y por cada pareja de variables se plantea la cuestión ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j?, si es que no se anota un 0, en el caso contrario, se pregunta ahora si esta relación de influencia es débil (1) o fuerte (2).

### 3.7.1.3 Fase tres identificación de las variables clave

Consiste en la identificación de las variables esenciales, para ello se relacionan cada una de las variables con cada una de las variables de dependencia en un plano cartesiano donde el eje de las Y es la influencia y el eje de las X es la dependencia.

Figura 3. 2 Plano cartesiano del método de ponderación



**Fuente:** Elaboración propia en base al Método de ponderación del CICAPSO (Centro Internacional de Capacitación y Soporte)

Donde:

**Zona de poder:** Son las variables más importantes porque son las que influyen en el resto y tienen menos dependencia de las demás.

**Zona de enlace:** Son también llamadas las de conflicto, son importantes por su influencia pero también dependen mucho del resto, es decir igual que influye es influida.

**Zona de salida:** Son de menor importancia ya que por su alta dependencia del resto se solucionarán en forma consecuyente y se deberán atender luego de atender las variables de la zona de poder y enlace.

**Zona aislada:** Son las que deben atenderse al final, ya que son las que tienen poca o ninguna dependencia o influencia del resto, razón por la cual se les denomina aisladas.

### 3.7.2 Aplicación del método de ponderación a la clasificación de las necesidades de los inmuebles

#### *Fase uno*

Como ya se explicó anteriormente nuestras variables que vamos a jerarquizar son los grupos de las necesidades de los inmuebles:

- ◆ Seguridad
- ◆ Funcionalidad
- ◆ Higiene
- ◆ Imagen Urbana

#### *Fase dos*

Se construye la matriz de relaciones entre las variables, la cual se estableció de la siguiente forma:

Tabla 3. 1 Matriz de relaciones de los grupos de necesidades

Relaciones	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana
Seguridad	0	2	2	1
Funcionalidad	2	0	1	1
Higiene	1	1	0	0
Imagen Urbana	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

La primera pregunta fue si la seguridad influía en la funcionalidad, la higiene y la imagen urbana, la respuesta fue afirmativa por lo que se consideró que influía de forma fuerte en la funcionalidad y la higiene ya que se trata de la estructura general del inmueble, es decir si ésta está adecuadamente construida diversas necesidades referentes a la accesibilidad y utilización serán cubiertas, por otro lado para que las instalaciones hidrosanitarias funcionen adecuadamente debe de existir una infraestructura apropiada, ya que si no existe tal no podrían colocarse ni operar de manera correcta dichas instalaciones lo cual repercutiría en su funcionamiento. Se consideró que en la imagen urbana influía débilmente, esto debido a que afecta la imagen de los inmuebles el presentar una estructura deteriorada, tal vez segura estructuralmente, pero en mal estado.

Para la funcionalidad se utilizó en razonamiento parecido al anterior, influye fuertemente en la seguridad, ya que como se mencionó los aspectos de accesibilidad y utilización afectan directamente a la forma de la estructura. La funcionalidad influye débilmente en la higiene y la imagen urbana, en la primera debido a los accesos que deben de existir para poder utilizar los núcleos sanitarios, inspeccionar las instalaciones, cumplir con los requerimientos de espacios, etc. Y en la segunda por lo ya mencionado, por la imagen que presenta el inmueble en sus pasillos, salones, etc.

La higiene influye débilmente en la funcionalidad y la seguridad, en la seguridad más que nada en el caso de que las instalaciones por ejemplo las tuberías con filtraciones puedan dañar la estructura, y la influencia en la funcionalidad está basada en los requerimientos de espacios de los núcleos sanitarios.

La imagen urbana influye solamente un poco en la funcionalidad, más que nada en los acabados y detalles que puedan afectar la utilización del inmueble.

### Fase tres

Para identificar las variables clave construimos el plano cartesiano de influencias y dependencias de la siguiente forma:

**Tabla 3. 2 Total de influencia y dependencia de la matriz de relaciones**

Relaciones	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana	Total Influencia
Seguridad	0	2	2	1	5
Funcionalidad	2	0	1	1	4
Higiene	1	1	0	0	2
Imagen Urbana	0	1	0	0	1
<b>Total Dependencia</b>	3	4	3	2	

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Sumatoria Total de Influencia} = ST = (5 + 4 + 2 + 1) = 12$$

#### Variables de Influencia

Para seguridad = Total seguridad / ST =  $5 / 12 = 0.416$

Para funcionalidad = Total funcionalidad / ST =  $4 / 12 = 0.333$

Para higiene = Total higiene / ST =  $2 / 12 = 0.166$

Para Imagen urbana = Total imagen urbana / ST =  $1 / 12 = 0.083$

$$\text{Promedio de Influencia} = \frac{(0.416 + 0.333 + 0.166 + 0.083)}{4} = 0.2495$$

#### Valores de Dependencia

Para seguridad = Total = 3

Para funcionalidad = Total = 4

Para higiene = Total = 3

Para imagen urbana = Total = 2

$$\text{Promedio de Dependencia} = \frac{(3 + 4 + 3 + 2)}{4} = 3.0$$

Establecemos los límites del plano:

Límite Superior Influencia = LS-I = 0.416

Límite Inferior Influencia = LI-I = 0.083

Límite Superior Dependencia = LS-D = 4

Límite Inferior Dependencia = LI-D = 2

### Cuadro de valores para el análisis

**Tabla 3. 3 Valores para el análisis de ponderación**

	Variables		Promedios	
	Influencia (I)	Dependencia (D)	Influencia (I)	Dependencia (D)
Seguridad	0.417	3	0.25	3
Funcionalidad	0.333	4	0.25	3
Higiene	0.167	3	0.25	3
Imagen Urbana	0.083	2	0.25	3

**Fuente:** Elaboración propia

Para asignar las zonas y representarlas en la gráfica nos basamos en lo siguiente:

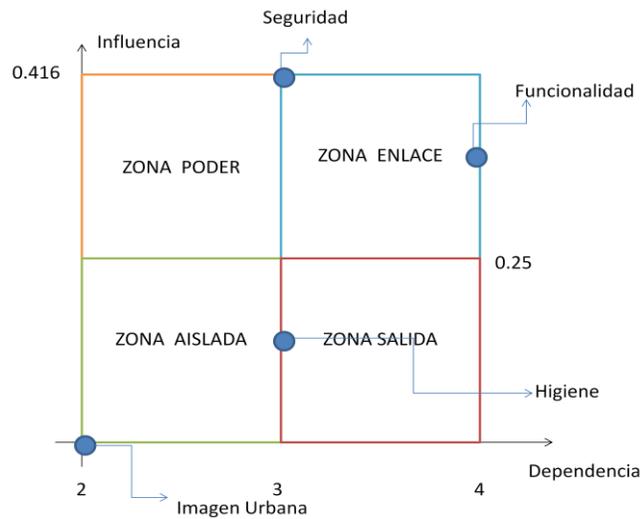
Figura 3.3 Límites de zonas del método de ponderación



**Fuente:** Elaboración propia en base al Método de ponderación del CICAPSO (Centro Internacional de Capacitación y Soporte)

Para el caso de esta investigación y a los cálculos elaborados, nuestras variables quedan de la siguiente forma:

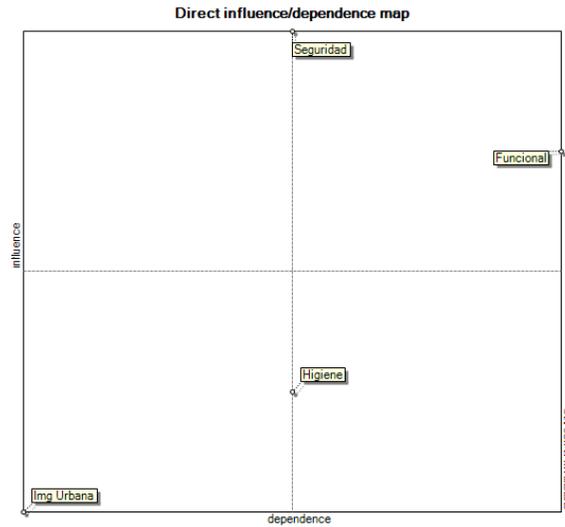
Figura 3.4 Ubicación de las variables en el plano cartesiano de ponderación



**Fuente:** Elaboración propia

Para corroborar estos datos se utilizó el software Mic Mac, en el cuál se introduce la matriz de las variables y éste proporciona el gráfico de de las influencias directas:

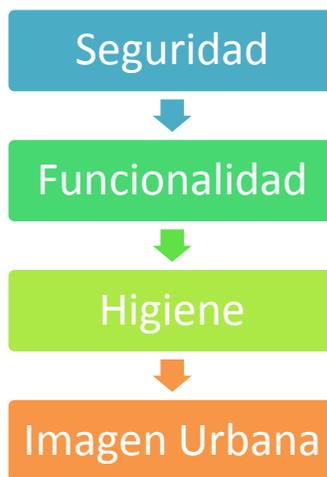
Figura 3. 5 Comprobación mediante el software Mic Mac



Fuente: Software Mic Mac

Por lo tanto la priorización de las necesidades de la infraestructura física educativa de nivel básico se propone como:

Figura 3. 6 Priorización de las necesidades de los inmuebles escolares



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el análisis elaborado, la seguridad se encuentra en la zona de enlace muy cercana a la zona de poder, la funcionalidad está en la zona de enlace, la higiene pertenece a la zona de aislada pero está muy pegada a la zona de salida y por último la imagen urbana se localiza completamente en la zona aislada.

Lo que quiere decir que si se pone mayor atención a las necesidades de seguridad y funcionalidad se estarán atendiendo implícitamente algunas necesidades que tienen que ver con la higiene y la imagen urbana. Por lo que al momento de llevar a cabo la toma de decisión para la modernización de los inmuebles es necesario considerar que hay necesidades que tienen mayor peso sobre otras.

### **3.8 Conclusión capitular**

Los cuatros grupos establecidos en este capítulo incluyen todas las necesidades que pueden presentar los inmuebles escolares en mal estado. Es evidente que algunas de éstas entrarán en dos o más grupos pero se les considerará en aquél donde tengan mayor peso.

La jerarquización propuesta fue elaborada en base al método de ponderación de variables, teniendo como resultados la priorización de las necesidades en las cuales en primer lugar está la seguridad, luego la funcionalidad, después la higiene y por último la imagen urbana.

Ya establecida la jerarquización de las necesidades de los inmuebles escolares, se podrá establecer una herramienta que auxilié a la toma de decisiones, es decir que ayude a elegir qué escuela necesita con mayor urgencia su mantenimiento y qué tipo de éste es necesario.

# CAPÍTULO IV

## TOMA DE DECISIONES

---

## 4.1 Introducción Capitular

- a) **Objetivo particular:** Presentar los fundamentos y herramientas que ayuden a elegir cuál es la solución óptima para el problema de la corrección de las necesidades de los inmuebles escolares en mal estado, obteniendo con esto la solución para la modernización de cada plantel y presentar un instrumento que nos auxilie a elegir cuál de éstos es prioritario.
- b) **Descripción:** En este capítulo se establece las tres posibles soluciones a un inmueble de educación básica en mal estado: rehabilitación, reestructuración o sustitución. Además se establecen los principios fundamentales que se deben de considerar para llevar a cabo una toma de decisión.

Se describe el modelo de proceso analítico jerárquico como instrumento para tomar la decisión más adecuada de las tres alternativas establecidas, así como el uso de este mismo modelo para establecer la prioridad de planteles a modernizar.

- c) **Técnicas y fuentes de información:** Se analizaron libros referentes a la toma de decisiones y al proceso analítico jerárquico. Además se consultaron elementos académicos tales como artículos científicos de algunas universidades extranjeras y cedes enfocadas en la investigación. Así mismo se revisaron algunas páginas de internet referente a los temas del capítulo.
- d) **Limitaciones:** Dificultad en encontrar un método práctico para la toma de decisiones multicriterio.

## 4.2 Generalidades

En primera instancia, y como se trató en capítulos anteriores de esta investigación, es necesario conocer cuáles son las necesidades de los inmuebles escolares de educación básica para que a partir de ello se lleve a cabo la priorización de dichas necesidades. Una vez hecho esto será tarea de las dependencias gubernamentales el conocer si es factible o no el poder corregir los problemas que presentan los inmuebles, sin exceder en costos ni tiempo.

Una vez que se tienen ubicadas las necesidades y/o problemas de los inmuebles educativos y se conoce que es posible su corrección, depende del ingeniero civil el elegir la mejor alternativa, es decir si se procede a rehabilitar, reestructurar ó sustituir los inmuebles en mal estado. Para ello en este capítulo se propone una herramienta que auxilie a escoger la mejor alternativa para la modernización de los inmuebles, por lo cual se hace uso de la toma de decisiones utilizada en la ingeniería en sistemas.

## 4.3 Rehabilitación, reestructuración y sustitución

Es importante en primer lugar el conocer cuáles son las tres alternativas de las cuales se va a elegir para la corrección y resolución de los problemas de infraestructura que presenten las escuelas de nivel básico en mal estado.

Las alternativas que se proponen en esta tesis son: Rehabilitación, reestructuración y sustitución.

### 4.3.1 Rehabilitación

La rehabilitación de un inmueble se refiere a la recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort.

Otra definición<sup>34</sup> es que la rehabilitación son todos los trabajos necesarios para restablecer las condiciones y características originales de resistencia o funcionamiento de una estructura o construcción dañada o deteriorada. En pocas palabras la rehabilitación de un inmueble escolar es

---

<sup>34</sup> Según la NMX-R-021-SCFI-2005, ESCUELAS - CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA EDUCATIVA - REQUISITOS

corregir las necesidades y/o problemas que presenta sin afectar de ninguna forma su estructura básica.

### 4.3.2 Reestructuración

La reestructuración de los inmuebles se refiere a la actualización de éstos, es decir a la reconstrucción parcial, ampliación y reparación para que cumplan con los requisitos que establecen la Ley General de la Infraestructura Física Educativa y el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

### 4.3.3 Sustitución

Se refiere al caso cuando es necesario reconstruir totalmente un inmueble educativo ya que su rehabilitación o reestructuración no es posible por alguna razón. En muchos casos la sustitución de un inmueble escolar se debe a que éste ha terminado completamente su vida útil.

## 4.4 Teoría de decisiones

“La decisión consiste en el proceso deliberado (y deliberativo) que lleva a la selección de una acción (acto, curso de acción) determinado entre un conjunto de acciones alternativas. La decisión es un proceso previo a la acción”<sup>35</sup>. En sentido amplio, decidir es llevar a cabo un proceso completo por el cual se establecen, analizan y evalúan alternativas a fin de seleccionar una y sólo una.

En la vida real, y tanto en el ámbito profesional como el personal, nos vemos enfrentados a multitud de situaciones en las que tenemos que decidir entre varias alternativas. La propia optimización no es más que una forma de tomar una decisión entre unas alternativas factibles.

Así, en su dimensión más básica, un proceso de toma de decisión puede entenderse como la elección de lo “mejor” entre lo “posible”. Ahora bien, según se defina qué es lo mejor y qué es lo posible nos enfrentaremos a distintas situaciones de decisión.

La teoría de la decisión se ocupa de analizar cómo elige una persona aquella acción que, de entre un conjunto de acciones posibles, le conduce al mejor resultado, dadas sus preferencias. El paradigma canónico de la teoría de la decisión se caracteriza por contar con un individuo que ha

---

<sup>35</sup> Pavese Pedro, La Decisión (2004).

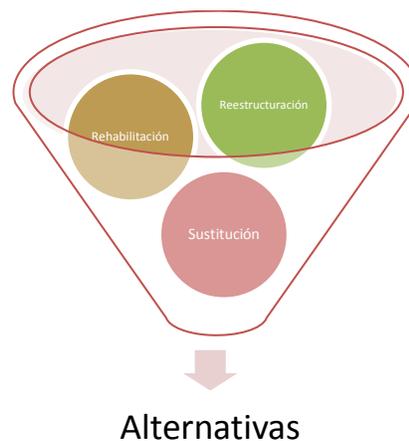
de tomar una decisión (cualquiera) y de quien se dan por supuestas sus preferencias; así la teoría de la decisión no entra a considerar la naturaleza de las preferencias de los individuos.

#### 4.4.1 Elementos de un proceso de decisión

**El decisor:** Es el encargado de realizar la selección de alternativas de la mejor manera, en función de sus objetivos, que en este caso corresponderá al ingeniero.

**Las alternativas o cursos de acción:** son las diferentes formas de actuar posibles: el decisor deberá seleccionar una de ellas. Es importante tener en cuenta que estas alternativas deben ser excluyentes entre sí. Para el caso de esta tesis las alternativas posibles son tres:

**Figura 4. 1 Alternativas para el mantenimiento de los inmuebles escolares**



**Fuente:** Elaboración propia

**Los estados de la naturaleza:** son las variables no controlables por el decisor. Son eventos futuros que influyen en el proceso de decisión, pero que no pueden ser controladas ni previstas, en su comportamiento, por el ingeniero.

**Los resultados:** es lo que se obtiene ante la selección (la opción) de una alternativa determinada cuando se presenta uno de los posibles estados de la naturaleza.

**El criterio de decisión:** es la especificación de un procedimiento para identificar la mejor alternativa en un problema de decisión. Para el caso de esta tesis nos encontramos en una toma de decisión multicriterio, las necesidades mismas de los inmuebles en mal estado.

La descripción de los diferentes criterios de decisión que proporcionan la opción óptima será realizada de acuerdo con el conocimiento que posea el ingeniero acerca de los estados de la naturaleza, es decir, atendiendo a la clasificación de los procesos de decisión: certidumbre, riesgo e incertidumbre.

#### 4.4.2 Acciones posibles frente a un problema

Existen cuatro maneras básicas<sup>36</sup> para tratar un problema:

- ◆ Absolver un problema: consiste en ignorarlo y esperar a que desaparezca o se desenrede solo.
- ◆ Resolver el problema: consiste en tomar alguna acción razonablemente buena, que genere satisfacción. Quienes resuelven problemas los enfocan de manera clínica y se apoyan principalmente en la experiencia, experimentación, juicios cualitativos y sentido común. Tratan de identificar la causa del problema, eliminarla y retornar al estado precedente.
- ◆ Solucionar un problema: consiste en tomar la mejor acción posible, la que optimiza. Quienes solucionan problemas los enfocan científicamente, se apoyan en especial en la experimentación y en el análisis cuantitativo.
- ◆ Disolver un problema: es eliminarlo rediseñando el sistema que lo incluye. Quienes disuelven problemas tratan de idealizar, esto es, aproximarse a un sistema ideal y, de ese modo, conseguir un desempeño futuro superior al más satisfactorio que pueda obtenerse hoy en día.

Es evidente que para el caso de esta tesis el problema está relacionado con las necesidades de los inmuebles escolares en mal estado, por ello que el absolver y disolver un problema no son opciones aplicables en este trabajo, debido a que, como se comentó en el capítulo I de esta tesis, es de suma importancia que se empiecen a atender los inmuebles en mal estado para el desarrollo del país.

Por otro lado se buscará no resolver si no que solucionar los problemas de las necesidades de los inmuebles escolares, ya que como se especifica, se debe de tomar la mejor opción para optimizar recursos.

---

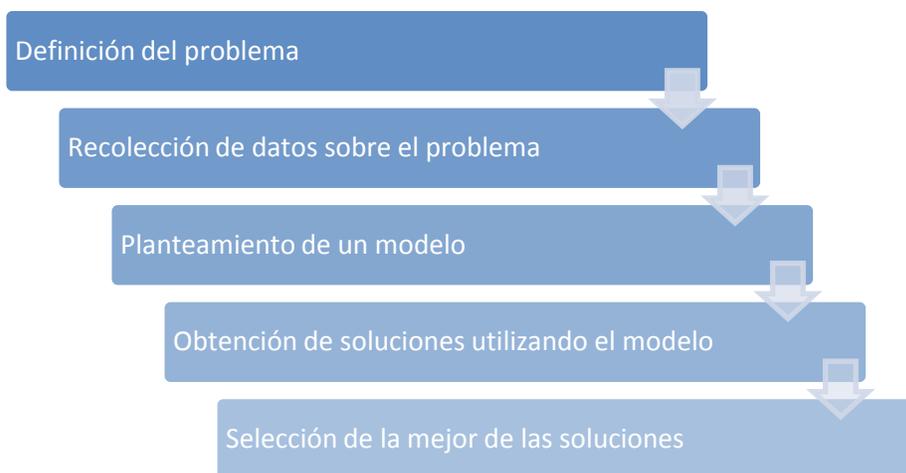
<sup>36</sup> Ackoff Russel. “El paradigma de Ackoff: Una administración sistémica” Editorial Limusa, México, 2008.

### 4.4.3 Etapas del proceso decisorio

1. El ingeniero debe identificar la existencia de un problema y poder definirlo.
2. El ingeniero debe recopilar más información acerca del problema.
3. Se debe poder especificar los objetivos. La decisión se basa en seleccionar la mejor alternativa en función de ciertos objetivos.
4. El decisor debe elaborar un modelo que describa el problema.
5. El ingeniero debe generar soluciones alternativas al problema y evaluarlas en función de sus preferencias (análisis cualitativo y análisis cuantitativo).
6. El ingeniero debe determinar el criterio de decisión que optimice la situación.
7. El ingeniero debe predecir las consecuencias de cada actuación.
8. El ingeniero debe establecer un sistema de preferencias. Tiene que realizar una valoración de las consecuencias de acuerdo con una escala de bondad o deseabilidad.
9. Se debe elegir entre las soluciones alternativas. Es necesario que seleccione un curso de acción. Esta elección debe darse mediante un criterio de decisión adecuado.
10. Se debe poner en práctica la solución seleccionada y evaluar los resultados. Lo que modifica el universo, es la acción derivada de la decisión.

A manera de resumen tenemos:

Figura 4. 2 Etapas del proceso decisorio



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4 Los modelos

Un modelo es una representación simplificada de una situación empírica que relaciona en forma lógica todas las variables intervinientes en el problema de decisión, de modo de transformar las variables de decisión en medidas de desempeño dado un conjunto específico de variables exógenas y restricciones

Los modelos proporcionan una estructura para examinar el proceso de toma de decisiones. Pueden utilizarse para evitar decisiones arbitrarias o inconsistentes que no se basen en todos los datos disponibles.

Un buen modelo debe ser fácil de usar, se concentra en los puntos más importantes del problema, es fácil de entender y debe de ser confiable. Un modelo sencillo es mejor para la persona que toma la decisión ya que reduce la cantidad de tiempo y esfuerzo, el decisor puede comprenderlo rápidamente y si es necesario se puede modificar de manera rápida y efectiva.

Algunos modelos utilizados para el análisis de decisión son:

- ◆ Árboles de decisiones
- ◆ Priorización de atributos
- ◆ Análisis probabilístico
- ◆ Diagrama de influencia
- ◆ Mapas de conocimiento
- ◆ Análisis de sensibilidad
- ◆ Cálculo del valor de la información
- ◆ Técnica Electre
- ◆ Proceso analítico Jerárquico o Jerarquización analítica

El modelo que se propone utilizar para escoger la mejor alternativa que solucione el problema del mal estado de los inmuebles escolares es la jerarquización analítica, ya que como se presenta a continuación se trata de un modelo sencillo y práctico para la toma de decisiones multicriterio.

## 4.5 Proceso Analítico Jerárquico

El Método de Jerarquización Analítica o Proceso Analítico Jerárquico (AHP)<sup>37</sup> es una técnica estructurada para organizar y analizar decisiones, está basado en las matemáticas y la psicología. Fue desarrollado por Thomas L. Saaty<sup>38</sup> en la Universidad de Pennsylvania en la década de 1970. El modelo surgió al buscar elaborar un instrumento para la evaluación y selección de alternativas, que fuera sólido en sus fundamentos matemáticos, útil y sencillo en la toma de decisiones.

La principal característica del AHP es que el problema de decisión se modeliza mediante una jerarquía en cuyo vértice superior está el principal objetivo del problema, meta a alcanzar y, en la base, se encuentran las posibles alternativas a evaluar. En los niveles intermedios se representan los criterios (los cuales a su vez se pueden estructurar también en jerarquías) en base a los cuales se toma la decisión.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) genera una ponderación para cada criterio de evaluación de acuerdo con la comparación de los criterios por parejas del decisor. Cuanto mayor sea el peso, más importante es el criterio correspondiente. A continuación, para un criterio fijo, el AHP asigna un puntaje a cada opción de acuerdo a la comparación de las opciones basadas en ese criterio. Cuanto mayor sea la puntuación, mejor es el rendimiento de la opción con respecto al criterio considerado. Por último, el AHP combina los pesos de los criterios y las puntuaciones de las opciones, determinando así una puntuación global para cada opción, y la consiguiente clasificación. La puntuación global de una determinada opción es una suma ponderada de las calificaciones que obtuvo con respecto a todos los criterios.

Por otro lado el AHP incorpora una técnica útil para comprobar la consistencia de las evaluaciones del decisor, lo que reduce el sesgo en el proceso de toma de decisiones.

---

<sup>37</sup> De sus siglas en inglés “Analytic Hierarchy Process”.

<sup>38</sup> Thomas L. Saaty nació en 1926, en Mosul, Irak. Es profesor en la Universidad de Pittsburgh. Él es el inventor de la Jerarquización Analítica (AHP), y del Proceso Red Analítica, su generalización a las decisiones con la dependencia y la retroalimentación. Ha hecho contribuciones en el campo de la investigación de operaciones, el control y desarme de armamentos, y el diseño urbano. Ha escrito más de 35 libros y 350 documentos en las matemáticas, investigación de operaciones y la toma de decisiones

### 4.5.1 Aplicaciones

El Proceso Analítico Jerárquico es una de las técnicas multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos de la toma de decisiones por lo que ha sido aplicada<sup>39</sup> con efectividad en la economía de transportes, localización y asignación de recursos, decisiones empresariales de marketing, aplicaciones ambientales, planificación urbana, sanidad, sector público, en la evaluación de sistemas, en nuevas tecnologías, etc.

### 4.5.2 Ventajas

Algunas ventajas del Proceso Analítico Jerárquico son:

- ◆ Es una de las pocas técnicas multicriterio que ofrece una axiomática teórica y que mejor comportamiento práctico tiene.
- ◆ El AHP proporciona un modelo único fácilmente comprensible, flexible, para una amplia gama de problemas estructurados.
- ◆ Integra enfoques deductivos y de sistemas para resolver problemas complejos.
- ◆ Refleja la tendencia natural de la mente a clasificar elementos de un sistema en diferentes niveles y a agrupar elementos similares en cada nivel.
- ◆ Proporciona una escala para medir imponderables y un método para esclarecer prioridades.
- ◆ Conduce a una estimación completa de la conveniencia de cada alternativa.
- ◆ Toma en consideración las prioridades relativas de los factores en un sistema y permite seleccionar la mejor alternativa en virtud de objetivos.
- ◆ Permite que la gente afine su definición de un problema y mejore su juicio y comprensión mediante la repetición del proceso.

### 4.5.3 Metodología del Proceso Analítico Jerárquico

El AHP parte de una metodología de trabajo sencilla, basada en la descomposición del problema (o el objetivo) en una estructura jerárquica. Este proceso integra en cuatro etapas que a continuación se describen.

---

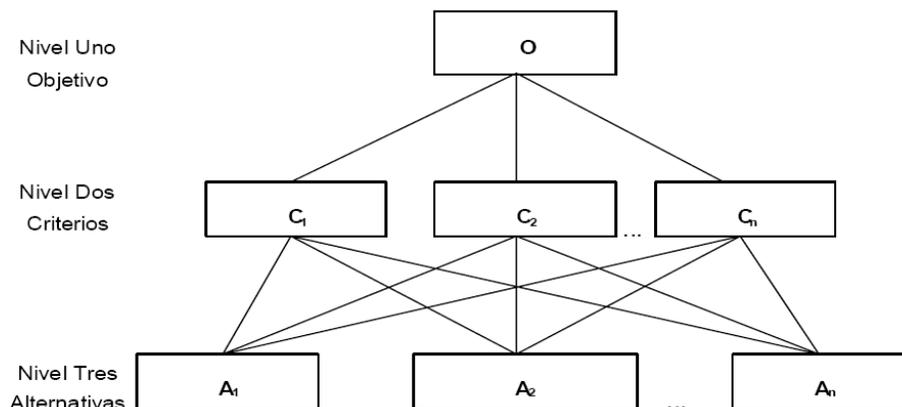
<sup>39</sup> Aguarón, J.; Moreno-Jimenez, J.M. (2000): Local Stability Intervals in the Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research.

### 4.5.3.1 Primera Etapa

Se refiere a la representación del problema por lo que se construye una jerarquía básica, conformada por el objetivo general y los criterios que, a su vez, pueden estar constituidos por diversos niveles jerárquicos. La jerarquía se construye de modo tal que los elementos de un mismo nivel sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos del siguiente nivel.

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de decisión (objetivo). Los elementos que afectan a la decisión son representados en los niveles inmediatos inferiores, de forma que los criterios ocupan los niveles intermedios. Por último, suele representarse en el nivel más bajo, las alternativas que no es otra cosa que las distintas respuestas posibles al problema o las posibilidades diferentes de satisfacer el objetivo general.

Figura 4. 3 Representación Jerárquica del problema



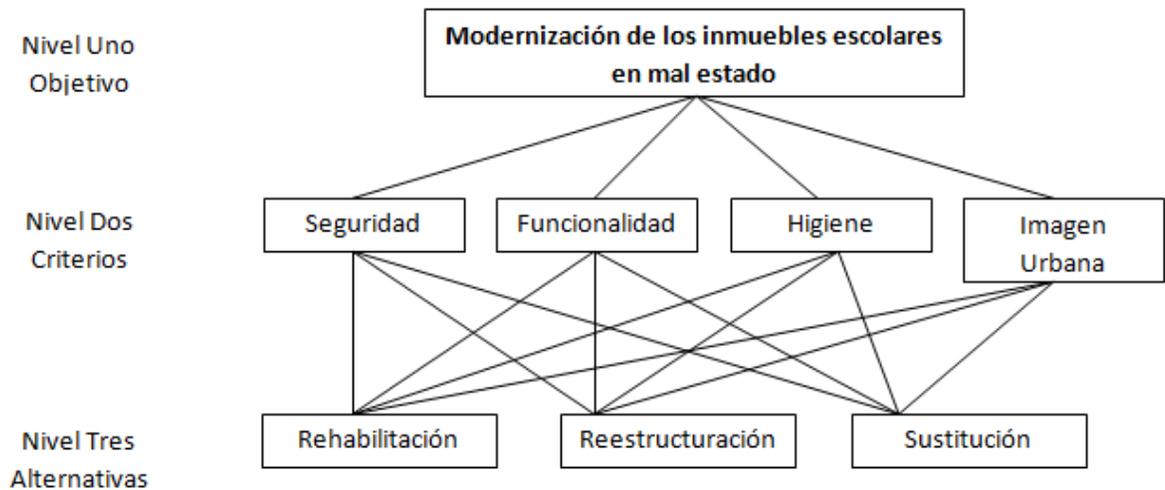
**Fuente:** Sánchez Guerrero Gabriel de las Nieves. Técnicas participativas para la planeación.

Este arreglo no se limita a un número de niveles ni de elementos por nivel.

Para el caso de estudio de esta tesis la representación del problema se expresa de la siguiente manera: el objetivo que se pretende alcanzar es la modernización de los inmuebles escolares en mal estado, las alternativas sujetas a valoración, como ya se menciono anteriormente en este mismo capítulo, serán la rehabilitación, reestructuración o sustitución de los inmuebles y

por último los criterios de valoración con los que se van a evaluar las alternativas son las mismas necesidades de los inmuebles, clasificadas en el capítulo III de esta tesis y que corresponden a seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana. Por lo que la representación jerárquica del problema se formula de la siguiente manera:

Figura 4. 4 Representación jerárquica del problema de estudio de la tesis



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.3.2 Segunda Etapa

En esta etapa se lleva a cabo la evaluación de los criterios de valoración, esta tarea consiste en una comparación de valores subjetivos por pares (comparaciones binarias). Estas comparaciones se basan tanto en factores cuantitativos como cualitativos.

Esta comparación puede realizarse por medio de una escala de medidas, a cada comparación se le asignará una calificación. Saaty<sup>40</sup> propone la siguiente escala de importancia relativa de la cual se obtienen las calificaciones para las diferentes comparaciones.

<sup>40</sup> Saaty, T. (1980) "The analytic hierarchy process" Mc. Graw Hill, New York.

Tabla 4. 1 Escala de importancia Relativa

Intensidad de la Importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio están moderadamente a favor de una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio están fuertemente a favor de una actividad sobre la otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad está muy fuertemente favorecida y su dominio ha sido demostrado en la práctica
9	Importancia extrema	Es máxima la importancia de una actividad sobre la otra
2,4,6,8 <sup>41</sup>	Valores intermedios éntrelos dos juicios contiguos	Cuando un término medio es necesario

Fuente: Saaty, T. (1980) "The analytic hierarchy process".

El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, denominada Matriz A, de forma que cada unos de sus componentes reflejen la intensidad de preferencia de un elemento frente a otro respecto del objetivo considerado.

<sup>41</sup> Los coeficientes 1,2,3,... surgen de la ley de Weber-Fechner (1846) entre estímulos y sensaciones. Esta ley establece que para poder percibir una modificación o cambio en cualquier estímulo, es preciso que éste supere un porcentaje del valor inicial. Dicha ley es cierta cuando la variación es pequeña respecto al valor del estímulo.

Figura 4. 5 Matriz A

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdot & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}$$

**Fuente:** Sánchez Guerrero Gabriel de las Nieves. Técnicas participativas para la planeación.

Para el caso de la modernización de los inmuebles escolares en mal estado serán evaluados y comparados los criterios de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana, obteniendo la siguiente matriz:

Tabla 4. 2 Matriz A para el caso de estudio de la tesis

Comparación de Criterios	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana
Seguridad	1	4	5	9
Funcionalidad	1/4	1	3	4
Higiene	1/5	1/3	1	2
Imagen Urbana	1/9	1/4	1/2	1

**Fuente:** Elaboración propia.

La primera comparación es la seguridad con respecto a la funcionalidad, si tuviesen la misma importancia la clasificación sería de uno, de acuerdo con la escala de Saaty; sin embargo en este caso se considera que la seguridad tiene una importancia un poco más que moderada respecto a la funcionalidad, esto basado en la priorización que se llevo a cabo en el capítulo III de esta misma tesis, además también basándose en que el Reglamento de Construcción del Distrito Federal que establece que en primer lugar las edificaciones deben de ser seguras para los usuarios. Por lo que a la seguridad se le concede una calificación de 4 respecto a la funcionalidad, y de acuerdo a lo establecido, la funcionalidad comparada con la seguridad, tendrá el valor de ¼, es decir la comparación recíproca.

Para las calificaciones de los demás criterios se llevo a cabo un juicio similar al explicado en el párrafo pasado, además de que se tiene que tener una concordancia con la ponderación de variables establecidas en el capítulo III de esta tesis.

Es evidente que las calificaciones en la diagonal principal de la matriz siempre tendrán valor de uno, esto porque al comparar un elemento por si mismo mantiene igual importancia.

#### 4.5.3.2.1 Matriz W de pesos relativos

Realizada la comparación de los factores en la matriz y asignadas la calificación del valor entre pares de criterios, es necesario realizar el cálculo de peso relativo (W) para cada criterio el cual describe en forma precisa las características de los juicios de valor considerados. Los pesos relativos es el vector característico de la matriz, y una forma de calcularlo se presenta a continuación.

Por lo que primero se procede a normalizar la matriz A, obteniendo A', para ello se suman las calificaciones de cada columna de la matriz A, obteniéndose:

**Tabla 4. 3 Suma por columna de la Matriz A**

Comparación de Criterios	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana
Seguridad	1	4	5	9
Funcionalidad	1/4	1	3	4
Higiene	1/5	1/3	1	2
Imagen Urbana	1/9	1/4	1/2	1
<b>Suma por columna</b>	<b>1.561</b>	<b>5.583</b>	<b>9.5</b>	<b>16</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Después cada valor de calificación de la matriz A se divide entre la suma total de su respectiva columna, obteniendo así la matriz normalizada A'.

**Tabla 4. 4 Matriz A'**

	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana
Seguridad	0.640	0.716	0.526	0.562
Funcionalidad	0.160	0.179	0.315	0.250
Higiene	0.128	0.059	0.105	0.125
Imagen Urbana	0.071	0.044	0.052	0.062

**Fuente:** Elaboración propia

Posteriormente se calcula el promedio de cada renglón de la matriz A', y se obtiene así la matriz W de los pesos relativos, que generalmente se coloca al lado derecho de la matriz A. Por lo que para el caso de esta investigación obtenemos lo siguiente:

**Tabla 4. 5 Matriz A con pesos relativos (Matriz W)**

Comparación de Criterios	Seguridad	Funcionalidad	Higiene	Imagen Urbana	<b>W</b>
Seguridad	1	4	5	9	<b>0.611</b>
Funcionalidad	1/4	1	3	4	<b>0.226</b>
Higiene	1/5	1/3	1	2	<b>0.104</b>
Imagen Urbana	1/9	1/4	1/2	1	<b>0.057</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.3.2.2 Razón de inconsistencia

La razón de inconsistencia, RI, es una estimación del grado de inconsistencia en el que se incurre al momento de asignar las calificaciones, en otras palabras la RI indica el grado de incoherencia que se comete al calificar la importancia relativa de los criterios y alternativas de un problema.

La razón de Inconsistencia viene dada como el cociente entre el índice de consistencia (IC) y la consistencia aleatoria (CA), esto es:

$$RI = \frac{IC}{CA}$$

El índice de consistencia IC se obtiene a partir de:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

$\lambda_{max}$  : valor característico promedio

n : tamaño de la matriz

Para obtener  $\lambda_{max}$  se multiplica la matriz A por la matriz W, obteniendo así una estimación de  $\lambda_{max}W$ , es decir  $AW = \lambda_{max}W$ . Posteriormente se divide cada componente de  $\lambda_{max}W$  por la componente correspondiente de W, obteniéndose  $\lambda_{max}$ . Se procede a continuación a obtener un promedio de las estimaciones de  $\lambda_{max}$ , para encontrar un valor de promedio que se va a utilizar para calcular IC.

Por lo tanto para el caso de esta tesis el índice de consistencia IC se obtiene de la siguiente manera:

Primero se multiplica la matriz A por la matriz W.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 & 9 \\ 1/4 & 1 & 3 & 4 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/9 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 0.611 \\ 0.226 \\ 0.104 \\ 0.057 \end{bmatrix}$$

$$AW = \begin{bmatrix} 2.548 \\ 0.918 \\ 0.415 \\ 0.258 \end{bmatrix} = \lambda_{max}W$$

Las componentes de este vector se dividen entre  $W$  obteniéndose así  $\lambda_{max}$ .

$$\lambda_{max} = \begin{bmatrix} 4.170 \\ 4.061 \\ 3.990 \\ 4.526 \end{bmatrix}$$

Al promediar los cuatro valores obtenemos el promedio de  $\lambda_{max} = 4.186$ . Por lo que el cálculo del índice de consistencia  $IC$  está dado por:

$$IC = \frac{4.186 - 4}{4 - 1} = 0.062$$

La consistencia aleatoria  $CA$  se obtiene a partir de la siguiente tabla<sup>42</sup> que propone Saaty, en la cual de acuerdo al tamaño de la matriz (número de criterios o alternativas analizadas) se tiene una estimación de ésta.

**Tabla 4. 6 Valores de CA de acuerdo con el tamaño de la matriz n**

n Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>CA</b> Consistencia aleatoria	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

**Fuente:** Sánchez Guerrero Gabriel de las Nieves. Técnicas participativas para la planeación.

Para el caso de estudio de esta tesis el valor de consistencia aleatoria  $CA$  es igual a 0.90 porque se manejaron 4 criterios, es decir una matriz de 4x4.

<sup>42</sup> Saaty, T. (1980) "The analytic hierarchy process" Mc. Graw Hill, New York.

Por lo tanto la razón de inconsistencia para los criterios de evaluación manejados en esta tesis está dada por:

$$RI = \frac{0.062}{0.90} = 0.0688 = 6.8\%$$

En la práctica, suelen darse por buenas las razones de inconsistencia inferiores al 10%<sup>43</sup>. Si la razón de inconsistencia supera ese umbral se recomienda revisar los juicios, corrigiendo aquél que más se separa de la razón dada por las prioridades relativas correspondientes.

Se puede observar que el valor de obtenido para el caso de estudio abordado en este trabajo de investigación es menor al 10%, por lo que se aceptan los valores de la matriz como consistentes.

#### **4.5.3.3 Tercera Etapa**

El paso siguiente comprende al análisis de las distintas alternativas propuestas para valorar en qué medida éstas satisfacen cada uno de los criterios. Para lo cual se construyen cuatro matrices, una para cada criterio (seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana) y en cada matriz se van a comparar entre si las tres alternativas (rehabilitación, reestructuración y sustitución) de acuerdo al correspondiente criterio. El llenado de las matrices, el cálculo de los pesos relativos y el cálculo de la razón de inconsistencia es similar al de la etapa dos, por lo que el ingeniero deberá haber hecho ya el levantamiento de necesidades de los inmuebles escolares en mal estado y clasificarlas en sus respectivos grupos<sup>44</sup>, para que el llenado de las matrices sea más sencillo y consistente.

Cabe destacar que los pesos relativos de los criterios de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana obtenidos con anterioridad quedarán ya fijos, al menos que otra persona con un juicio diferente establezca una nueva calificación para estos mismos criterios. Por otro lado la calificación que se le otorgara a las distintas alternativas de acuerdo con el criterio que se esté manejando, dependerá ya de cada uno de los inmuebles que se estén evaluando.

<sup>43</sup> En algunos problemas poco estructurados pueden darse por buenos valores inferiores al 15%.

<sup>44</sup> Propuestos en el capítulo III de esta tesis.

#### **4.5.3.4 Cuarta Etapa**

Por último, se sintetiza el resultado a partir del aporte relativo de cada alternativa a cada uno de los criterios y del nivel de preferencia relativo atribuido a éstos, para alcanzar el objetivo general que es la modernización de los inmuebles escolares de educación básica en mal estado. Para esto se siguen unos sencillos cálculos:

Se multiplica cada una de las componentes de la matriz de pesos relativos de los criterios (mismos que se calcularon ya en este capítulo y como se mencionó son ya fijos) por la correspondiente matriz de pesos de cada una de las matrices de las alternativas y se selecciona aquella que tenga un mayor peso.

Para decidir que plantel o planteles tienen prioridad sobre otro en cuanto a modernización se aplica este modelo de jerarquización analítica para cada uno de los inmuebles en mal estado que se esté evaluando, obteniendo como resultado un grupo de planteles con su respectiva alternativa de solución. La manera para elegir cuál de éstos tiene preferencia es que se tomará como referencia los pesos relativos obtenidos para cada alternativa elegida en cuanto los criterios de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana y se elegirá como prioritarios a aquellos que tengan mayor pesos en los criterios de priorización establecidos conforme en el capítulo III de esta investigación.

## **4.6 Conclusiones capitulares**

En este capítulo se proponen tres alternativas como solución para los inmuebles de educación básica en mal estado, las cuales son rehabilitación, reestructuración y sustitución, cuya elección dependerá de las necesidades que presenten los inmuebles. Es evidente que en esta tesis se está generalizando las soluciones al problema de estudio únicamente en tres alternativas para establecer un método más práctico, por lo que se debe de tomar en cuenta que pueden existir otras soluciones o en su caso la combinación de las mismas que se presentan en esta investigación, así que le corresponde al ingeniero hacer uso de su criterio en la elección de las mismas.

Para ello en primer lugar se debe definir el problema y trazar un objetivo al cual se quiere llegar, que en este caso el problema son los inmuebles escolares en mal estado y el objetivo trazado es el de llevar a cabo una modernización a los planteles que lo necesiten. En segundo lugar debe recolectar todos los datos que le sean necesarios y posibles (levantamiento de las

necesidades) para elaborar el planteamiento de un modelo que ayude a la toma de una decisión óptima.

El modelo planteado en esta tesis es el proceso analítico jerárquico, ya que se considera un modelo bastante sencillo y práctico el cual es aplicable para el problema del que se está hablando, es decir evaluamos las alternativas en base a las mismas necesidades que padecen para obtener así la solución más óptima, buscando con esto hacer que las dependencias gubernamentales tengan un mejor manejo del recurso público en materia de inversión a los inmuebles educativos.

# CAPÍTULO V

## APLICACIÓN DEL MÉTODO A UN CASO PRÁCTICO

---

## 5.1 Introducción Capitular

- a) **Objetivo particular:** Aplicar el método desarrollado en esta tesis a un caso práctico, con el fin de ilustrar como se debe de emplear ya en la realidad. Así mismo se busca despejar todas aquellas dudas que hayan surgido en los capítulos anteriores respecto a la estructura de la metodología, ya que con un ejemplo de su aplicación es más fácil el poder comprenderlo.
- b) **Descripción:** El método desarrollado en esta tesis es una herramienta que nos ayuda a evaluar las necesidades de los inmuebles escolares de educación básica en mal estado, seleccionar la mejor alternativa para su mantenimiento y decidir que inmueble tiene prioridad sobre otro u otros respecto a dicho mantenimiento. Por lo que en este capítulo se aplica el método a un caso práctico, que consiste en evaluar las necesidades de dos inmuebles de educación básica en mal estado para conocer cuál de éstos es prioritario en cuanto a su mantenimiento o modernización.
- c) **Técnicas y fuentes de información:** Para la aplicación de la metodología se consultaron los capítulos de esta misma tesis, se busco complementar la información con otras tesis referente a la evaluación de la calidad de los inmuebles escolares, así como un libro relativo al proceso analítico jerárquico, y a su vez la norma sobre los requisitos de calidad de la infraestructura física educativa. Para recabar la información respecto a los inmuebles educativos se hizo un levantamiento físico de sus necesidades.
- d) **Limitaciones:** Poca disposición de las escuelas para poder evaluar sus necesidades, ya que no dejan entrar a cualquier persona para tomar fotos y revisar las infraestructura. Nula disposición de las dependencias gubernamentales para acceder a información respecto a proyectos, presupuestos, planos e información relativa a los inmuebles educativos.

## 5.2 Generalidades

A lo largo de esta tesis se ha presentado una metodología para llevar a cabo un levantamiento de las necesidades de los inmuebles escolares en mal estado, de igual forma se clasificaron y priorizaron dichas necesidades en los grupos de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana. Una vez hecho esto se optó por el uso de el proceso analítico jerárquico como herramienta para decidir qué tipo de solución se le van a aplicar a los inmuebles en mal estado y que inmueble tiene prioridad sobre otros.

En este capítulo se aplicará el método antes mencionado en dos planteles educativos en mal estado. Éstos fueron elegidos debido a que proporcionaron la facilidad de poder recabar la información necesaria la aplicación del método.

## 5.3 Escuela secundaria diurna núm. 24 Leona Vicario

Este inmueble escolar está ubicado en la avenida La fortuna número 45 esquina calzada Misterios colonia Tepeyac Insurgentes, en la delegación Gustavo A. Madero en el Distrito Federal. El predio que ocupa la escuela tiene una sección en planta de forma irregular y cuenta con un área aproximada de 2 079 m<sup>2</sup>. El inmueble consta de cuatro edificaciones muy antiguas, de 1, 2 y 3 niveles, constituidas mediante columnas y trabes a base concreto reforzado, con muros de tabique rojo recocido, y sistema de cubierta mediante losas de concreto reforzado; adicionalmente se encuentran explanadas con sistema de piso a base de carpeta asfáltica, donde se ubican la cancha de básquetbol y la plaza cívica. Es importante señalar que este inmueble educativo tiene ya más de 60 años en operación, es decir que su función para la cual fue construido no era el de una escuela.

### 5.3.1 Levantamiento de necesidades

En primer lugar es ineludible conocer las necesidades del plantel, para lo cual hacemos uso del capítulo II de esta tesis en el que se explican los requisitos mínimos con los que debe de cumplir la escuela.

Una manera práctica de hacer el levantamiento de las necesidades consiste en inspeccionarlas de acuerdo a la clasificación establecida en capítulo III, es decir ir revisando por separado las necesidades de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana para llevar un mejor control de éstas. Por lo que se propone realizar una tabla de necesidades del plantel.

Al momento de la evaluación del plantel, me pude percatar que tiene bastantes problemas en cuanto a su infraestructura, es decir es un inmueble bastante deteriorado en todos los aspectos por lo que las necesidades que mayor afectación<sup>45</sup> tienen sobre el plantel son:

**Tabla 5. 1 Lista de necesidades Escuela Leona Vicario**

<p style="text-align: center;"><b>Seguridad</b></p>	<p>El inmueble en vigas, columnas y muros estructurales presenta agrietamiento notable del concreto, pérdida de recubrimiento y en algunos casos exposición del acero estructural.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Funcionalidad</b></p>	<p>Por tratarse de un inmueble muy antiguo no fue construido inicialmente para tener un uso como escuela secundaria, por lo tanto los espacios (aulas, accesos, pasillos, etc.) desde el punto de vista arquitectónico no cumplen con las dimensiones requeridas para su uso.</p> <p>Las instalaciones eléctricas (interruptores, salidas de lámparas, contactos, etc.) se encuentran en un estado fuertemente deteriorado</p>
<p style="text-align: center;"><b>Higiene</b></p>	<p>Las instalaciones hidrosanitarias están en un estado muy deteriorado y prácticamente han cumplido ya su vida útil</p>
<p style="text-align: center;"><b>Imagen Urbana</b></p>	<p>Los acabados están en muy mal estado y en su mayoría se requiere la sustitución de ellos en su totalidad.</p>

<sup>45</sup> Ley de Pareto “el 20% explica al 80%”. El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Wilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez.

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.3.2 Evaluación de alternativas

Como se ha venido mencionando las alternativas de modernización que se proponen en esta tesis son rehabilitación, reestructuración y sustitución. Por lo que se procede a decidir cuál es la mejor alternativa, para ello hacemos uso del proceso analítico jerárquico (AHP)<sup>46</sup>.

Aplicamos el AHP a partir de la etapa tres ya que se van a evaluar las alternativas y lo correspondiente a la evaluación de los criterios de valoración (etapa uno) y la representación del problema (etapa dos) ya se efectuó en el capítulo IV de esta tesis. Por lo que se construyen cuatro matrices, una para cada criterio de valoración, en cada matriz se van a comparar entre si las tres alternativas. Se presentan a continuación las matrices, con sus pesos relativos respectivos y sus razones de inconsistencias.

**Tabla 5. 2 Matriz para criterio de Seguridad**

SEGURIDAD	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	1/5	1/9	<b>0.062</b>
Reestructuración	5	1	1/4	<b>0.236</b>
Sustitución	9	4	1	<b>0.701</b>

**RI = 0.0623**

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5. 3 Matriz para criterio de Funcionalidad**

FUNCIONALIDAD	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	1/3	1/7	<b>0.092</b>
Reestructuración	3	1	1/2	<b>0.292</b>
Sustitución	7	2	1	<b>0.615</b>

**RI = 0.0023**

**Fuente:** Elaboración propia

<sup>46</sup> Explicado en el capítulo IV de esta tesis.

Tabla 5. 4 Matriz para criterio de Higiene

HIGIENE	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	3	4	<b>0.607</b>
Reestructuración	1/3	1	3	<b>0.272</b>
Sustitución	1/4	1/3	1	<b>0.119</b>

**RI = 0.0639**

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 5. 5 Matriz para criterio de Imagen Urbana

IMAGEN URBANA	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	2	3	<b>0.524</b>
Reestructuración	1/2	1	3	<b>0.333</b>
Sustitución	1/3	1/3	1	<b>0.141</b>

**RI = 0.0464**

**Fuente:** Elaboración propia

Ahora obtenemos la alternativa más importante de acuerdo a las necesidades empleando la etapa cuatro del proceso analítico jerárquico, en donde se multiplica cada una de los pesos relativos de los criterios (obtenidos en el capítulo IV de esta tesis, en la etapa dos del AHP) por la correspondiente matriz de pesos relativos de las alternativas obtenidas.

Del capítulo IV de esta tesis obtuvimos los siguientes pesos relativos de las necesidades:

**Tabla 5. 6 Matriz de pesos relativos de los criterios de evaluación**

Comparación de Criterios	Pesos relativos W
Seguridad	<b>0.611</b>
Funcionalidad	<b>0.226</b>
Higiene	<b>0.104</b>
Imagen Urbana	<b>0.057</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Aplicando estos pesos de los criterios obtenidos por su respectiva alternativa obtenemos lo siguiente:

$$0.611 \begin{bmatrix} 0.062 \\ 0.236 \\ 0.701 \end{bmatrix} + 0.226 \begin{bmatrix} 0.092 \\ 0.292 \\ 0.615 \end{bmatrix} + 0.104 \begin{bmatrix} 0.607 \\ 0.272 \\ 0.119 \end{bmatrix} + 0.057 \begin{bmatrix} 0.524 \\ 0.333 \\ 0.141 \end{bmatrix}$$

Realizando estos cálculos obtenemos la jerarquización de las alternativas:

**Tabla 5. 7 Pesos de las alternativas escuela Leona Vicario**

Alternativa de modernización	Peso
Rehabilitación	0.151
Reestructuración	0.257
<b>Sustitución</b>	<b>0.587</b>

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos la alternativa para la modernización de escuela secundaria diurna Leona Vicario es la sustitución ya que ésta tiene un mayor peso.

## 5.4 Escuela primaria Aurelio Maldonado

La escuela se ubica en la esquina formada por las calles Querétaro y Michoacán, en la Col. Chalma de Guadalupe, perteneciente a la Delegación Gustavo A. Madero, de la Ciudad de México. El predio donde se desarrolla la escuela ocupa una sección en planta de forma rectangular, de 50.0 x 55.0 m, con una área aproximada de 2 750 m<sup>2</sup>, y cuenta con 2 niveles de plataforma, debido a que el terreno corresponde a una zona de lomerío. Actualmente, la escuela está constituida por tres edificios, uno de un nivel y los otros dos de dos niveles, cabe mencionar que estos últimos corresponden a estructuras más antiguas ubicadas en la porción poniente y oriente.

### 5.4.1 Levantamiento de necesidades

Una vez hecho el levantamiento a continuación se elabora la tabla de necesidades que presenta el plantel.

Tabla 5. 8 Lista de necesidades escuela Aurelio Maldonado

<p style="text-align: center;"><b>Seguridad</b></p>	<p>Los dos edificios antiguos presentan en algunas vigas y columnas pequeñas fisuras diagonales de ancho alrededor 0.2 mm, posiblemente causadas por cortante o torsión.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Funcionalidad</b></p>	<p>Algunos muros no estructurales de los edificios antiguos presentan un agrietamiento diagonal muy ligero.</p> <p>Existen luminarias deterioradas en los tres edificios.</p> <p>Agrietamiento del concreto de la escalera que vincula al un edificio oriente con la plaza cívica, además de que presenta una ligera inclinación</p>

	<p>o asentamiento hacia el edificio.</p> <p>El andador del edificio oriente no cumple con el ancho de 2.40 m establecido por el INIFED<sup>47</sup>.</p>
<b>Higiene</b>	<p>Existen filtraciones en tuberías del baño de hombres.</p> <p>En los lavamanos se presentan tuberías tapadas.</p>
<b>Imagen Urbana</b>	<p>Desprendimientos de acabados.</p> <p>Pintura en mal estado</p>

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.2 Evaluación de alternativas

Se hace uso del proceso analítico jerárquico, por lo que construimos las cuatro matrices para evaluar las alternativas con los criterios establecidos de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana.

Tabla 5. 9 Matriz para criterio de Seguridad

SEGURIDAD	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	1/2	4	<b>0.323</b>
Reestructuración	2	1	6	<b>0.586</b>
Sustitución	1/4	1/6	1	<b>0.089</b>

**RI = 0.0079**

Fuente: Elaboración propia

<sup>47</sup> Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Volumen III Habitabilidad y funcionamiento. Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa.

Tabla 5. 10 Matriz para criterio de Funcionalidad

FUNCIONALIDAD	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	1/6	1/3	<b>0.096</b>
Reestructuración	6	1	3	<b>0.652</b>
Sustitución	3	1/3	1	<b>0.251</b>

**RI = 0.0158**

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 5. 11 Matriz para criterio de Higiene

HIGIENE	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	5	7	<b>0.723</b>
Reestructuración	1/5	1	3	<b>0.193</b>
Sustitución	1/7	1/3	1	<b>0.083</b>

**RI = 0.0567**

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 5. 12 Matriz para criterio de Imagen Urbana

IMAGEN URBANA	Rehabilitación	Reestructuración	Sustitución	Pesos W
Rehabilitación	1	2	4	<b>0.557</b>
Reestructuración	1/2	1	3	<b>0.320</b>
Sustitución	1/4	1/3	1	<b>0.122</b>

**RI = 0.0158**

**Fuente:** Elaboración propia

Efectuando la etapa cuatro del proceso analítico jerárquico obtenemos la jerarquización de alternativas, cabe destacar que como se explicó anteriormente los pesos relativos de los criterios de evaluación son los mismos independientemente del inmueble que se trate ya que dichos pesos están basados en la priorización que se estableció en el capítulo III de esta tesis. Por lo que tenemos lo siguiente:

$$0.611 \begin{bmatrix} 0.323 \\ 0.586 \\ 0.089 \end{bmatrix} + 0.226 \begin{bmatrix} 0.096 \\ 0.652 \\ 0.251 \end{bmatrix} + 0.104 \begin{bmatrix} 0.723 \\ 0.193 \\ 0.083 \end{bmatrix} + 0.057 \begin{bmatrix} 0.557 \\ 0.320 \\ 0.122 \end{bmatrix}$$

**Tabla 5. 13 Pesos de las alternativas escuela Aurelio Maldonado**

<b>Alternativa de modernización</b>	<b>Peso</b>
Rehabilitación	0.3259
<b>Reestructuración</b>	<b>0.5437</b>
Sustitución	0.1266

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede observar que la alternativa elegida es la reestructuración por tener un mayor peso.

## 5.5 Elección del inmueble prioritario

Para elegir en este caso a cuál de los dos planteles es prioritaria su modernización hacemos uso de los pesos relativos obtenidos en los criterios de cada alternativa y los comparamos de acuerdo a la jerarquización de necesidades que se estableció en el capítulo III de esta tesis.

Para los inmuebles analizados tenemos:

Tabla 5. 14 Pesos relativos de la alternativa de la escuela Leona Vicario

Alternativa seleccionada: Sustitución	
Criterio Prioritario	Peso Relativo
1) Seguridad	<b>0.701</b>
2) Funcionalidad	0.615
3) Higiene	0.119
4) Imagen Urbana	0.141

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. 15 Pesos relativos de la alternativa de la escuela Aurelio Maldonado

Alternativa seleccionada: Reestructuración	
Criterio Prioritario	Peso Relativo
1) Seguridad	<b>0.586</b>
2) Funcionalidad	0.652
3) Higiene	0.193
4) Imagen Urbana	0.320

Fuente: Elaboración propia

Comparamos los pesos primeramente de la seguridad en donde vemos que el peso relativo de la escuela Leona Vicario es mayor al de la primaria Aurelio Maldonado, es decir:

$$0.701 > 0.586$$

Podemos concluir que la sustitución de la escuela secundaria Leona Vicario es más prioritaria que la reestructuración de la primaria Aurelio Maldonado, por lo que si fuera el caso la

dependencia gubernamental encarga del mantenimiento de las escuelas (en este caso la delegación Gustavo A. Madero) debe enfocar prioritariamente los recursos al plantel Leona Vicario.

Es importante señalar que al comparar los pesos relativos de las necesidades de la alternativa jerarquizada puede darse el caso que la diferencia entre éstos sea muy pequeña, por ejemplo puede ocurrir que en cuanto al criterio de seguridad se tenga una mínima diferencia y exista la duda de que plantel es prioritario, para ello se va a comparar el siguiente rublo de la escala, es decir la funcionalidad y así sucesivamente con los demás criterios para obtener el plantel prioritario.

En este caso solamente se priorizaron dos inmuebles escolares en mal estado, pero el método puede ser aplicado a un número  $n$  de inmuebles a la vez, ya dependerá de la programación que vaya a ejecutar la dependencia gubernamental en cuanto a mantenimiento de escuelas básicas.

## 5.6 Conclusiones capitulares

En este último capítulo de esta tesis se aplicó el método desarrollado en la misma a un caso práctico, el cual consistió en obtener la mejor alternativa de mantenimiento para dos inmuebles escolares en mal estado y conocer cuál de estos tenía mayor prioridad sobre el otro.

El método en pocas palabras consiste en hacer un levantamiento de las necesidades que presenten los inmuebles educativos en mal estado, de ahí se clasifican dichas necesidades en los grupos de seguridad, funcionalidad, higiene e imagen urbana. Una vez hecho esto se procede a aplicar la jerarquización analítica para conocer que alternativa de mantenimiento es más óptima, así mismo esta herramienta nos sirve para elegir que inmueble es prioritario.

El proceso analítico jerárquico es un modelo sencillo que nos auxilia a la toma de decisiones, su dificultad se encuentra en el llenado de las matrices ya que depende en gran medida del criterio y la experiencia del ingeniero. Por lo que considero que la evaluación de las alternativas (etapa tres y cuatro del proceso analítico jerárquico) la elaboren dos o tres ingenieros por separado a fin de corroborar o en su caso debatir que solución para el mantenimiento de un inmueble es mejor.

Es importante señalar que los estudios de factibilidad no fueron expuestos en este capítulo debido a que para llevarlos a cabo es necesario tener bastante información referente al presupuesto base que se tiene para el mantenimiento, la programación de dicho mantenimiento, proyectos ejecutivos de los inmuebles que se van a evaluar, estudios de mecánica de suelos, de

impacto ambiental, entre otros. Por lo que debido a la poca disposición que se encontró en las dependencias gubernamentales para facilitar dicha información, en este capítulo se omite lo referente a los estudios de factibilidad.

# CONCLUSIONES GENERALES

---

PRIMERA.- La infraestructura en mal estado es uno de los factores que afecta el desarrollo integral de los alumnos, ya que se pudo constatar que en los inmuebles en mal estado se tenían bajos índices en los programas de evaluación nacional de logros académicos, y cuando estos inmuebles eran remodelados dichos índices subieron.

SEGUNDA.- Para la correcta evaluación de las necesidades de la infraestructura física educativa es necesario conocer primeramente los requerimientos que la hacen funcional, por lo que en este trabajo de investigación se especifican dichos requerimientos. Cabe destacar que algunos como la ventilación el ruido, y mobiliarios no fueron incluidos en este trabajo, por lo que para una referencia de éstos se debe de consultar las normas correspondientes del INIFED.

TERCERA.- La clasificación de las necesidades establecida en esta tesis fue basada en el criterio propio, así como en entrevistas que se realizaron a técnicos especialistas en el tema. Se puede concluir que en la clasificación propuesta abarcan todas las necesidades que se pudieran encontrar en los inmuebles escolares en mal estado, y por otro lado el identificarlas por grupos facilita la labor del evaluador.

CUARTA.- La priorización de las necesidades obtenidas nos indica que hay que prestarles mayor atención a los inmuebles escolares que presenten fallas en su sistema estructural, pero es importante el destacar que también la cantidad de tales fallas influye, es por eso que se establece el modelo de jerarquización analítica para poder elegir de manera óptima los inmuebles prioritarios.

QUINTA.- Con el método presentado en esta investigación auxilia a los técnicos encargados de los levantamientos de necesidades escolares, a que hagan un diagnóstico completo de los inmuebles en mal estado para poder así llevar a cabo su corrección mediante el mantenimiento más adecuado para cada caso.

SEXTA.- El método propuesto agiliza la decisión de que inmuebles son los que requieren con mayor premura un mantenimiento, por lo que se tendrá un ahorro importante de tiempo en cuestiones de toma de decisiones.

SÉPTIMA.- Con el método propuesto la asignación de los recursos públicos referentes a la infraestructura física educativa, se basa ya en una técnica sustentada y no solamente en cuestiones empíricas, por lo pretende acabar con desvíos de dicho recurso a inmuebles que realmente no lo necesitan.

# BIBLIOGRAFÍA

---

## Bibliografía Capítulo I

### a) Legislación consultada

*Clasificación Internacional Normalizada de la Educación*, CINE 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO

*Ley General de la Infraestructura Física Educativa*. Publicada en el diario oficial de la federación el 1 de febrero del 2008. Última reforma DOF 14-03-2013.

Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

*NMX-R-021-SCFI-2005 Escuelas –Calidad de la infraestructura física educativa – Requisitos.*

### b) Informes

Estudio elaborado por la Alianza Por la Calidad de la Educación. 2008

Anexo Estadístico de la Infraestructura y Equipamiento de Alianza Por la Calidad de la Educación. 2008

Índice Compuesto de Eficacia de los sistemas escolares. Mexicanos Primero y Fundación Idea, 2007.

Infraestructura Física y Equipamiento de Escuelas de Educación Básica. Auditoría de Desempeño: 10-0-11100-07-1152

Edificación de educación. Agenda e incidencia de la industria de la construcción en México. CMIC

Guichard, Stephanie, *The Education Challenge in Mexico: Delivering Good Quality Education to All*, Documento de Trabajo 447, Paris, Departamento de Economía, OCDE, 2005.

c) Páginas Web

- <http://www.sep.gob.mx>
- <http://educacionadebate.org>
- <http://www.inegi.org.mx/>
- <http://www.unesco.org>

## Bibliografía Capítulo II

a) Tesis relacionadas con el tema

- TAPIA AVILÉS Gustavo Alejandro, “*Realización del proyecto integral y proceso constructivo en planteles educativos en el D. F.*”, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería UNAM 1996.

b) Legislación consultada.

*Manual operativo de los programas de construcción, equipamiento y rehabilitación de infraestructura física de educación.* Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa. 2011.

*Guía operativa del programa de construcción, equipamiento y rehabilitación de infraestructura física de educación básica.* Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa. 2012.

*Ley de General de educación.* Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 1993. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 11-09-2013.

Reglamento de la Ley de General de educación

*Normas Técnicas Complementarias del reglamento de constricciones del Distrito Federal.* Tomo II. Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las

Edificaciones, cimentaciones, viento, sismo, hidráulicas, arquitectónico del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

- *NMX-R-003-SCFI-2011 Escuelas –Selección de terreno para construcción – Requisitos.*
- *NMX-R-021-SCFI-2005 Escuelas –Calidad de la infraestructura física educativa –Requisitos.*
- *NMX-R-024-SCFI-2009 Escuelas –Supervisión de obra de la infraestructura física educativa – Requisitos.*
- *NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (Utilización).*

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 1. Aspectos Generales. Tomo I. Generalidades y terminología. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo I. Planeación, programación y evaluación. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo II. Estudios Preliminares. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 2. Estudios Preliminares. Tomo III. Selección del terreno. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo I. Diseño arquitectónico. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo II. Norma de accesibilidad. 2012. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 4. Seguridad estructural. Tomo I. Disposiciones y criterios generales.

2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.* Volumen 4. Seguridad estructural. Tomo II. Diseño por sismo. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.* Volumen 5. Instalaciones de servicio. Tomo I. Instalaciones eléctricas. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.* Volumen 5. Instalaciones de servicio. Tomo II. Instalaciones Hidrosanitario. 2011. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Criterio de diseño arquitectónico educación básica.* Tomo I. Preescolar-jardín de niños. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Criterio de diseño arquitectónico educación básica.* Tomo II. Primaria. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Criterio de diseño arquitectónico educación básica.* Tomo III. Secundaria. 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Guía para el diseño de núcleos sanitarios.* 2012. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Manual de imagen y señalización.* 2013. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

c) Páginas Web

- <http://www.inifed.gob.mx/>
- <http://www.sep.gob.mx/>

---

## Bibliografía Capítulo III

### a) Libros

LINCH, Kevin, *la imagen de la ciudad*, Gustavo Gili, SA, 1960, Barcelona, GG Reprints 2000, 227

*Instrumentos y herramientas para la priorización de problemas en el diseño y gestión de proyectos*. Universidad de Antioquia. Facultad nacional de salud pública. Colombia. 2011.

### b) Artículos

VALLEJO CLIMETN, Paulino. *Aplicación de la técnica prospectiva Mic Mac al sistema educativo del I. E. S. Rei en Jaume de Alzira*. Máster en técnicas para la gestión del medio ambiente y el territorio. Departamento de Geografía. Universidad de Valencia. España. 2010. Pp54.

REYES POVEDA, Daianna. *Mic Mac: Análisis estructural*. Facultad de ciencias económicas, Universidad Santiago de Cali. Colombia. 2012. Pp21.

Centro Internacional de Capacitación y Soporte. *Método de priorización de variables basado en matrices*. 2010.

### c) Legislación consultada

*Código Técnico de Edificación*. Ministerio de Fomento. España. 2010.

*Ley de Ordenación de la Edificación - LOE*. Ley 38/1999, de 5 de noviembre. Jefatura del Estado. Comisión técnica para la calidad de la edificación. (BOE núm. 166, de 6 noviembre de 1999). España.

*Normas para el Diseño de Edificios Escolares*. UNESCO. 1987

*Ley General de la Infraestructura Física Educativa*. Publicada en el diario oficial de la federación el 1 de febrero del 2008. Última reforma DOF 14-03-2013.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones*. Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo II. Norma de accesibilidad. 2012. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

*Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.*  
Volumen 5. Instalaciones de servicio. Tomo II. Instalaciones Hidrosanitario. 2011.  
Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, Distrito Federal.

d) Páginas web

<http://www.inifed.gob.mx/>

<http://www.eluniversaldf.mx/otrasdelegaciones/nota27340.html>

<http://es.scribd.com>

## Bibliografía Capítulo IV

a) Trabajos académicos relacionadas con el tema

*Teoría de decisiones.* Jaime Alberto Sánchez V. Ingeniería de Productividad y Calidad. Facultad de Administración. Politécnico colombiano.

*Local Stability Intervals in the Analytic Hierarchy Process.* Aguarón, J.; Moreno-Jimenez, J.M. 2000. European Journal of Operational Research.

*Técnicas participativas para la planeación: procesos breves de intervención.* Gabriel de la Nieves Sánchez Guerrero. Fundación ICA. 2003.

*El proceso de análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación.* Juan Carlos Osorio Gómez, Juan Pablo Orejuela Cabrera. Scientia Et Technica, vol. XIV, núm. 39, septiembre 2008.

*Herramientas y modelos utilizados como soporte para la toma de decisiones.* Mgter. Cecilia R. Ficco. Seminario de contabilidad y auditoría. "Bases y herramientas para la gestión". 2011.

b) Libros

Acosta Flores, J. "*Teoría de decisiones en el sector público y la empresa privada*". Ed. Alfaomega. 1989

Mercado, E. "*Técnicas para la toma de decisiones*". Limusa, México. 1991.

---

Saaty, T. “*The analytic hierarchy process*” Mc. Graw Hill, New York. 1980

c) Legislación consultada

NMX-R-021-SCFI-2005, *Escuelas - calidad de la infraestructura física educativa - requisitos*

d) Páginas web

<http://www.inifed.gob.mx>

<http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/3635/La-toma-de-decisiones-para-resolver-problemas->

<http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/libro.htm?l=516>

## Bibliografía Capítulo V

a) Trabajos académicos relacionadas con el tema

Sánchez Aguilar Javier Héctor, *El CAPFCE en la evaluación de la calidad a la infraestructura física educativa, una posible solución para la mitigación de la vulnerabilidad de las escuelas ante fenómenos perturbadores*. Tesis que para obtener el título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería UNAM 2008.

b) Libros

Saaty, T. “*The analytic hierarchy process*” Mc. Graw Hill, New York. 1980

c) Legislación consultada

NMX-R-021-SCFI-2005, *Escuelas - calidad de la infraestructura física educativa - requisitos*

# ANEXO A FOTOGRAFÍAS DE LOS INMUEBLES ESCOLARES ANALIZADOS

---

**Escuela secundaria diurna núm. 24 Leona Vicario**



**Ilustración 1 Escuela Leona Vicario**



**Ilustración 2 Escuela Leona Vicario**



**Ilustración 3 Exposición del acero estructural**



**Ilustración 4 Agrietamiento en vigas**



**Ilustración 5 Pasillos y escaleras no cumplen con dimensiones**



**Ilustración 6 Salones no cumplen dimensiones**

**Escuela secundaria diurna núm. 24 Leona Vicario**



**Ilustración 7** Instalaciones eléctricas en muy mal estado



**Ilustración 8** Luminarias fuertemente maltratadas



**Ilustración 9** Instalaciones hidrosanitarias en mal estado



**Ilustración 10** Núcleos sanitarios al final de su vida útil



**Ilustración 11** Pintura en pésimo estado



**Ilustración 12** Acabados en mal estado

**Escuela primaria Aurelio Maldonado**

Ilustración 13 Escuela Aurelio Maldonado



Ilustración 14 Escuela Aurelio Maldonado



Ilustración 15 Escalera con ligero asentamiento hacia el edificio y presenta agrietamiento de concreto



Ilustración 16 Andador no cumple dimensiones



Ilustración 17 Pasillos y escaleras no cumplen con dimensiones



Ilustración 18 Filtraciones en tuberías

### Escuela primaria Aurelio Maldonado



Ilustración 19 Tuberías tapadas en lavamanos



Ilustración 20 Ligeramente agrietamiento en muro



Ilustración 21 Acabados en mal estado



Ilustración 22 Pintura en mal estado