

# Propuesta de Estudio de la Incidencia del Medio Ambiente en la Edificación Hospitalaria Fernando Vélez Paíz (Managua, Nicaragua).

*POR:*

---

**TUPAK OBANDO R.**

Ingeniero en Geología. Master y

Doctorado en Geología y Gestión

Ambiental de los Recursos Mineros

por la UNÍA (Huelva, España)

2009

# CONTENIDO

## I. Introducción

### 1.1. Introducción

### 1.2. Perspectiva histórica

### 1.3. Justificación e Importancia del Estudio

### 1.4. Hipótesis y Objetivos

#### 1.4.1. Objetivos

##### 1.4.1.1. General

##### 1.4.1.2. Específicos

#### 1.4.2. Hipótesis

## II. Conceptos Generales

### 2.1. Medio Ambiente

#### 2.1.1.-Tipología de los Impactos ambientales

#### 2.1.2. Cuantificación de los Impactos ambientales

##### 2.1.2.1. Método Conesa Vítora Fernández.

##### 2.1.2.2. Método de Leopold.

### 2.2. – Hospital

### III. Marco Teórico:

Hospital Fernando Vélez Paiz

3.1. Descripción General

3.2. Organización del Hospital

3.3.- Detalles estructurales

### IV. Metodología y Diseño Experimental

4.1.- Etapa organizativa

4.2.- Etapa Analítica

4.3.- Etapa de Campo

4.3.1.- Metodología de cuantificación de impactos

4.3.1.1. Operacionalización de variables

4.3.1.2. Instrumentos para obtención de datos

4.3.1.2.1. Instrumento del Método

Conesa Vítora Fernández

4.3.1.2.2. Instrumento del Método

Leopold Lugones

4.4.- Etapa de procesamiento e interpretación de datos

#### 4.5.- Etapa de Oficina

##### V. Bibliografía recomendada

##### VI. Anexos

Anexo 6.1. Vista aérea del Hospital Fernando Vélez  
Paíz, objeto del estudio

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1.- Introducción

El Hospital Fernando Vélez Paíz, ubicado al Noroeste de la Ciudad Capital Managua, se encuentra emplazado sobre un terreno plano, firme y estable.

El trabajo analiza las acciones y/o afectaciones que el medio ambiente genera al hospital con vista a proponer estrategias para contrarrestar sus efectos negativos.

El sitio seleccionado por la disponibilidad de datos estructurales y arquitectónicos, es un área de fácil acceso, constituye una obra crítica que alberga personal médico, y pacientes que diariamente asisten en busca de servicios y/o atención médica.

De acuerdo con datos aportados por Obando, G. (2,009), al Hospital de 64 años de antigüedad, asisten en promedio 5 personas/m<sup>2</sup> entre las 9am y las 3pm; 3 personas/m<sup>2</sup> entre las 3pm y 3am; y 4 personas/m<sup>2</sup> entre las 3am y 9am.

Este Estudio contribuye con la planificación física y constructiva de hospitales y centros de salud; el establecimiento y/o fortalecimiento de normativa edilicia estatal o privada; proyectos de inversión económica; gestión de riesgos; la generación de conocimientos actualizados provechosos por académicos e investigadores de universidades, instituto politécnicos, centro de investigación, entre otros

## 1.2.- Perspectiva histórica

En estos últimos años se han realizados estudios por autores diversos, especialmente, en líneas de acción vinculadas con tópicos estructurales y sísmicos para edificios destinados a brindar servicios médico como el Hospital Vélez Paíz.

Estos trabajos de aceptación general han cobrado especial importancia y provecho para la junta directiva que funciona en dichas instalaciones hospitalaria.

Estos especialistas han estudiado estas edificaciones con el fin de asegurar las funciones, y sostenibilidad física de las mismas, entre ellos tenemos:

Las aportaciones realizadas por Ugarte, A. (2,002), quién a través de trabajos investigativos orientados a la reducción de la vulnerabilidad ante sismos lleva a cabo estudios en hospitales ubicados en los municipios, de Moyogalpa y San José del Sur en la Isla de Ometepe del departamento de Rivas. Igualmente, desarrollo trabajos en Chinandega, Telica y Ciudad León en la región Pacífico de Nicaragua.

A su vez, se menciona los trabajos de Hernández N. & Acuña J. (2005) realizados en el Hospital Roberto Calderón Gutiérrez con vista a estudiar detalles de la vulnerabilidad sísmica de la misma.

De igual manera, es preciso señalar los estudios realizados por las empresas consultoras NICASOLUM, y DEPSA en el año 2,005, quienes investigan las propiedades y parámetros estructurales que condicionan el funcionar, y estado físico del Hospital Fernando Vélez Paíz, especialmente en un módulo de tres planta en el interior de esta.

Igualmente, el CIGEO (2,006), quienes presentan resultados de una evaluación rápida de la condición estructural y funcional del Hospital Lenín Fonseca. Según esta fuente, este estudio partió de un análisis de las diferentes amenazas presentes en la zona de influencia del hospital, diferenciando las de origen antropogénico y natural, esto con el fin de tomarlas en cuenta para los posibles escenarios de riesgos para el hospital, que deben ser considerados en los planes de emergencia del mismo.

Por último, se citan los aportes de las investigaciones recientes efectuadas por Obando, G. (2,009), trabajos encaminados al estudio de la vulnerabilidad sísmica del Hospital Fernando Vélez Paiz en función de su desempeño estructural y capacidad dinámica. Asimismo, este autor, propone distintos niveles de pérdidas económicas, y vidas humanas potenciales ante movimientos del terreno debido a sismos importantes.

### 1.3. – Justificación e importancia del estudio

La investigación contribuye con la ordenanza constructiva y arquitectónica de hospitales capitalinos de Managua, los planes de prevención encaminados a la aplicación de medidas de restauración y/o reparación, la protección de sus ocupantes, y personal médico que allí labora.

Los resultados ofrecen elementos básicos para la introducción o revaloración de los mecanismos y/o técnicas de regulación de actividad relacionada con la construcción de obras críticas a través de descriptores específicos.

Los alcances del estudio son de provecho para aquellas instituciones gubernamentales comprometidas con la administración y manejo de los servicios especializados de la salud como el Ministerio de Salud (MINSA), y organismos no gubernamentales como Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Contribuye con el desarrollo seguro y efectivo de proyectos de inversión económica para la construcción de hospitales en el país, ofreciendo fundamentos técnicos para la resolución de la problemática ocasionada por el medio ambiente a hospitales como el Hospital Vélez Paiz.

Como producto del estudio se crean plataformas técnicas con vista al aprovechamiento de la experiencia reunida para su empleo y aplicabilidad a otros centros hospitalarios a nivel municipal, provincial o nacional.

Se consolida y desarrollan bases científico-prácticas relacionadas con la restauración y mantenimiento de hospitales debido a impactos derivados por acciones del medio ambiente a la misma.

La tesis sirve como soporte metódico para la creación de un programa de rehabilitación que permita cuantificar los efectos (impactos) reales generados por el medio ambiente en sus distintas fases evolutivas.

Finalmente, el conocimiento obtenido es de interés para que académicos e investigadores permitan se integren a currículos de estudios superiores (universidades, institutos politécnicos, y otros), puestos que estas constituyen herramientas orientadas a la remediación de estructuras física críticas.



## 1.4.- Hipótesis y Objetivos

### 1.4.1.- Objetivos

#### 1.4.1.1.- General

Establecer los niveles de incidencia negativo o positivo generados por el medio ambiente al Hospital Fernando Vélez Paiz, estimación de la gravedad de los daños potenciales en cada una de los edificios dentro de esta instalación hospitalaria, así como, establecer qué áreas del hospital pueden quedar fuera de servicio o verse seriamente afectado. Calcular las posibles costos de inversión para la reparación y mantenimiento de estos, basándose en información reunida por su oficina técnica y junta directiva interna.

#### 1.4.1.2.- Específicos

- a) Analizar el nivel de impactos que el medio ambiente produce al Hospital Fernando Vélez Paíz
- b) Proponer estrategias para contrarrestar los impactos negativos del ambiente en la infraestructura estudiada.
- c) Establecer base metodológica y conceptual al intervenir técnicamente la edificación hospitalaria a fin que justifique el orden de prioridad de las intervenciones, planes de conservación y costos de inversión por mantenimientos sistemáticos, y el de la reparación capital.

#### 1.4.2.- Hipótesis:

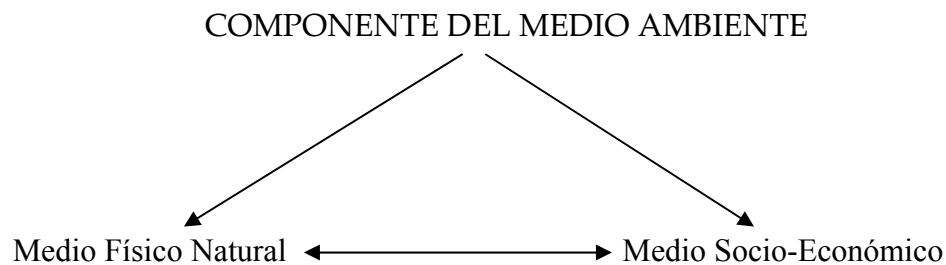
- a) Las condiciones climáticas, biológicas, socioeconómicas y perceptual son elementos importantes influyentes en la degradación física y estructural del Hospital Fernando Vélez Paíz
- b) La variabilidad de impactos ocasionados por el medio ambiente a la infraestructura hospitalaria en estudio tiene relación directa con las distintas reacciones naturales debidas al suelo, la vegetación, la fauna y el clima
- c) Los costos económicos de mantenimiento y reparación de este hospital está en función de las acciones de agentes naturales externos e internos, así como actuaciones antrópicas que confluyen en este sitio.

## II. CONCEPTOS GENERALES

El autor considera apropiado presentar algunos conceptos básicos propuestos por varios especialistas, antes de dar inicio a esta investigación

### 2.1. - Medio Ambiente

- **Zaror, C. Z. (2,002)**, concibe el término como un sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia o desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones
- **Henry, J. G., y Heinke, G. W. (1,999)**, define ambiente como el hábitat físico y biótico que nos rodea; lo que podemos ver, oír, tocar, oler y saborear. Según los autores, cuando se considera que la meta de mejorar la calidad ambiental consiste en acrecentar el bienestar humano, la palabra *ambiente* se emplea para incluir en el medio toda clase de aspectos sociales, económicos y culturales.
- **Córdova, R. R. (2,004)**, considera la palabra medio ambiente como el sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades. De acuerdo con la fuente, se considera oportuno realizar el análisis sobre los componentes del medio ambiente.



*Medio Físico Natural: Sistema* constituido por elementos y procesos del ambiente natural. Se incluye el medio abiótico (tierra-agua-aire); biótico (flora y fauna) y el medio perceptual (unidades del paisaje, cuencas, valles, etc.).

*Medio socio-económico:* Sistema constituido por las condiciones sociales, históricas, culturales y económicas en general de las comunidades o población de un área determinada.

Es imprescindible la interacción e integración del medio físico-natural y del medio social.

- **González, M. B. et. al. (2,003)**, asevera que el *medio ambiente* es todo aquello que rodea o influye sobre los seres vivos. Muchos de estos condicionantes son biológicos, sociales o inclusive culturales, pero otros son abióticos y globalmente se conocen como medio físico. En este medio físico se incluye el agua, el aire, las rocas, los suelos y ciertos agentes como la temperatura, la humedad, el viento, radiación solar, etc.
- **FUNDENIC (1,997)**, define *Ambiente* como el sistema de elementos bióticos, abióticos, socio-económicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y sobrevivencia.
- **Pelayo, R. G. (1,995)**, entiende por *Medio Ambiente* como un compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinados que influyen en la vida material y psicológica del hombre.

### 2.1.1.-Tipología de los Impactos ambientales

Según Obando, T. (2,008) , la clasificación de los efectos ambientales están en función de atributos característicos, entre ellos tenemos:

#### **A.- Por su efecto. Relación causa –efecto. Se divide en:**

- *Primarios o Directos.* Efectos causados por la acción antrópicas a un factor ambiental y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar. Esto se asocia con la construcción, operación y mantenimiento de una instalación o actividad.
- *Secundarios o Indirectos.* Cambios indirectos o inducidos en el medio ambiente, la población, el crecimiento económico y uso de terrenos y otros efectos ambientales resultantes de una acción.

#### **B.-Por la interrelación de acciones. Se catalogan en:**

- *Simple.* Cuando el impacto se produce sobre un solo componente en el medio ambiente.
- *Acumulativo.* Impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común.

### **C.- Por su carácter**

Los impactos ambientales pueden ser negativos, positivos; según su carácter beneficioso, perjudicial o previsible por su dificultad de cuantificarlo.

### **D.- Por la intensidad del impacto**

Grado de incidencia sobre el medio en el ámbito específico en que se actúa. Esta se clasifica en:

- *Notable.* Destrucción total o la mejoría notable.
- *Medio.* Alteración media.
- *Mínimas y/o bajas.* Prácticamente no hay alteración de impacto ambiental.

### **E.- Por la extensión del impacto.**

Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno físico afectado. Se divide en:

- *Puntual parcial.* Incidencia apreciable en el medio.
- *Extremo.* Se produce en un área importante del medio.
- *Generalizado.* Impacto generalizado en el entorno objeto de interés.

### **F.- Por el momento que se manifiesta.**

Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y la aparición del efecto sobre algunos de los factores contemplados. Varía según sea inmediato, a medio plazo o a largo plazo. Se clasifica en:

- *Latente.* El efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo, desde el inicio de la actividad que lo provoca, no es acción es reacción.
- *Inmediato.* El tiempo entre el comienzo de la acción y la manifestación del impacto es nulo. Ej: el ruido aunque por el tiempo puede pasar a ser latente.
- *Crítico.* Cuando el momento en que tiene lugar la acción es crítico independientemente del nivel en que se produzca.

#### **G.-. Por su persistencia**

Se relaciona al tiempo que supuestamente permanecería el efecto a partir de la aparición de la acción en cuestión. Dos son las situaciones consideradas, según la acción que se produzca:

- *Temporal.* Cuando su efecto es permanente en el tiempo de 1-3 años.
- *Permanente.* Cuando el efecto supone una alteración indefinida en el tiempo.

#### **H.- Por su capacidad de recuperación. Se clasifica en:**

- *Irrecuperable.* Cuando la alteración o pérdida del medio ambiente no se recupera.
- *Irreversible.* La imposibilidad de retornar por medios naturales a la situación anterior.
- *Mitigables.* Cuando es posible retornar la calidad ambiental a un grado superior
- *Fugaces.* Ruido (en el momento del arranque de una máquina).

**I.- Por su periodicidad. Se divide en:**

- *Continuo.* Es cuando se produce de manera sistemática.
- *Periódico.* El efecto se manifiesta de manera intermitente en el tiempo.
- *Aparición irregular.* El efecto se manifiesta de manera imprevisible y sus alteraciones pueden ser valoradas en función del tiempo (inesperado).

**J.- Por la necesidad de aplicación de medidas correctoras. Se clasifican en:**

- *Crítico.* Cuando el efecto es superior al umbral aceptable (no admite medidas correctoras).
- *Severo.* Recuperable con medidas correctoras pero se demora en el tiempo.
- *Moderado.* Recuperable con medidas correctoras.

**K.- Por la Recuperabilidad.**

Se refiere a la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez transcurrido un tiempo.

**L.- Acumulativo.**

Son aquellos impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común, cuando se añade a acciones pasadas, presentes y futuras. O bien, cuando una acción que tiene poco impacto por sí sola puede traer uno o más atributos ambientales que traerían la consecución de daños irrevocables con impactos potencialmente serios para los ecosistemas afectados.



Gómez (1999) en el Estudio realizado por Obando, T. (2,008), sugiere que para la valoración de los impactos ambientales debe tenerse en cuenta, la siguiente clasificación:

- *Compatible.* Rápida recuperación sin medidas correctoras.
- *Moderado.* La recuperación tarda cierto tiempo pero no necesita medidas correctoras o algunas muy simples.
- *Severo.* La recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras complejas.
- *Crítico.* Supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

### 2.1.2. Cuantificación de los Impactos ambientales

Obando, T. (2,008), propone que en la actualidad se presentan en publicaciones científicas diversas metodologías internacionales para cuantificar impactos ambientales resultantes de acciones mineras, entre estos se destacan:

- Método Conesa Vítora Fernández
- Método Leopold Lugones

De acuerdo con Obando, T. (2,008), los Criterios de selección de las metodologías antes citadas para su aplicación en el presente trabajo:

- a) Su diseño apropiado para espacios mineros similares al sitio estudiado.
- b) Integración de parámetros ambientales de fácil cuantificación (permite tratamientos matemáticos) y representativos, útiles para el sistema físico-natural evaluado.
- c) Ofrecimiento de información significativa sobre la magnitud e importancia de impactos ambientales locales
- d) Capacidad excluyente (no hay repetición en el recuento de los impactos ambientales), sin solapamiento ni redundancias.
- e) Obtención de múltiples perspectivas a través de escenarios comparados y gráficas de interacción causa-efecto.
- f) Propiedad de relacionar posibles factores del medio ambiente susceptibles de ser impactados. A su vez, conceden visión conjunta de los efectos de acciones antrópicas mineras al ambiente natural y su evolución en este.
- g) Representación de datos cualitativos a través de valoraciones numéricas a indicadores ambientales plasmados en un diagrama matricial, modelos estadísticos y cartográficos. Y finalmente, su uso permite derivar medidas correctoras para ser empleadas en áreas afectadas como la estudiada.

#### 2.1.2.1. Método Conesa Vítora Fernández.

Esta metodología se inicia en el año 1,993, conservándose hasta en la actualidad. Opera sobre un sistema de redes conocidos como Matrices Causa-Efecto. Estas matrices son conjuntos de mallas que permiten cuantificar y describir cualitativamente las afectaciones que el ambiente produce en la edificación hospitalaria Fernando Vélez Paiz a través de las acciones siguientes:

- A. Humedad
- B. Vegetación
- C. Presencia de microorganismos
- D. Filtración de la cubierta

Los impactos ambientales provocados por la acción del medio ambiente, siendo reconocidos en la superficie exterior del Hospital Vélez Paiz, los cuales se ilustran a través de recuento fotográfico mostrados más adelante Estas afectaciones son las siguientes:

#### *Medio Físico*

##### **a) Suelo**

- 1) Humedad por ascensión capilar
- 2) Abofamiento
- 3) Exfoliaciones
- 4) Desconchados

##### **b) Clima**

- 5) Humedad en el Techo

*Medio biótico*

**c) Vegetación**

- 6) Derrumbes de la cubierta

**d) Fauna**

- 7) Pudrición de algunos elementos de madera
- 8) Pudrición de la viga solera
- 9) Pudrición del alero tornapunta

#### 2.1.2.2. Método de Leopold.

A partir de 1,971, se da el surgimiento de uno de los sistemas de redes más usado mundialmente para la cuantificación de impactos ambientales, atravesando en reiteradas ocasiones cambios estructurales internos hasta conformarse así el método de Leopold; es una matriz que asocia impactos derivados de interacciones relacionadas con acciones mineras y los factores ambientales del entorno, para la cual se valora:

- La magnitud del cambio en la cantidad o calidad del factor afectado. Su cuantificación está basada en tratamientos matemáticos.
- La importancia del impacto, medida en términos de la importancia del factor ambiental impactado, la extensión del área impactada y/o consecuencias del impacto (grado de incidencia). La asignación de un valor de la importancia de un impacto ambiental se basa en el juicio subjetivo de las personas que están llevando a cabo el estudio.
- Las matrices Causa –Efectos están estructuradas en columnas verticales donde se sitúan factores ambientales y filas horizontales en que se sitúan las acciones que provocan los impactos generados por determinada actividad (en este estudio se considera las labores mineras) conformando de esta manera series de cuadrículas hasta componer una red.

## 2.1 – Hospital

- **Pelayo, R. G. (1,995)**, define la palabra *Hospital* como el establecimiento en que se curan los enfermos.
- **Obando, G. (2,009)**, define el término *Hospital* como aquellos establecimientos de salud destinados al tratamiento y asistencia de pacientes que sufren enfermedades agudas o crónicas. Se diferencian según el tipo y grado de asistencia, el número de instalaciones, el número de especializaciones, la importancia de los departamentos especializados, el tamaño de cada uno de los departamentos y los equipos de tratamiento.

Según este autor, los hospitales se caracterizan por ser edificaciones donde sus principales usuarios son personas con dificultades físicas de libre movimiento, además, poseen gran contenido de equipos, en muchos casos difícilmente reemplazables y que funcionalmente cubren actividades de instalaciones hoteleras, bodegas, laboratorios, cocinas, lavanderías industriales, etc.

De acuerdo con esta fuente, estas edificaciones requieren consideraciones especiales, ya que debido a sus características de ocupación, pueden llegar a albergar en cualquier momento una alta densidad de ocupantes entre pacientes residentes, pacientes transitorios, médicos, enfermeros, personal administrativo, empleados, funcionarios, visitantes, estudiantes, niños e incluso recién nacidos.

### III. MARCO TEÓRICO

#### Hospital Fernando Vélez Paiz

##### 3.1. Descripción General

Este hospital (Foto No 1) con atención materno infantil, y vida útil exigua tiene sesenta años de antigüedad, cuyo interior dispone de un sistema eléctrico, hidráulico, climatización y control de desechos sanitarios operando regularmente. A su vez, es necesario referir que luego del último embate debido al sismo ocurrido en el año 2,004, las instalaciones de este hospital han resultado seriamente afectadas por el desfavorable estado estructural en que se encuentra hoy día.

Hay que destacar, que diariamente asisten a este hospital un volumen considerable de personas en búsqueda de servicios y atención médica, ocupando un porcentaje representativo de la construcción, 82%.



**Foto No 1.** Vista general del Hospital Vélez Páiz (Managua)

Cortesía de G. Obando

### 3.2. Organización del Hospital

Esta edificación hospitalaria cuenta con diez estructuras físicas que se enlistan así:

- 1) Edificio de Docencia y Auditorio
- 2) Oficinas de Administración
- 3) Edificio de Consulta Externa
- 4) Edificio de Epidemiología
- 5) Edificio de Baños y Bodega
- 6) Edificio de Planta Eléctrica de Emergencia
- 7) Área de Lavado, Caldera, Cocina y Lactancia
- 8) Edificio de Labor y Parto: Comprende las áreas de contabilidad, cuartos médicos, área de recién nacidos y lactancia, área de desechos de partos, y área de labor y parto
- 9) Edificio de Quirófano, Vestidores y Área de control central de equipos
- 10) Edificio Principal (en fase de Rehabilitación)

De igual manera, se destacan en las instalaciones del Hospital, las unidades especializadas de ortopedia; cirugía plástica y pediátrica; neumonía; neonatología; diarrea y gastroenteritis, obstetricia, maternidad, medicina; quemados, entre otros. Es importante mencionar que el Hospital dispone de capacidad de 204 camas para atención a personas con mal estado de salud. Este dato ha sido corroborado por Estudios realizados por Ministerio de Salud en el año 2005.

En la lustración que sigue (Grafica No 1) se contabiliza las personas que acuden en busca de atención especializada a sus enfermedades, especialmente, en las áreas de Obstetricia y Maternidad, operando en el interior del hospital.



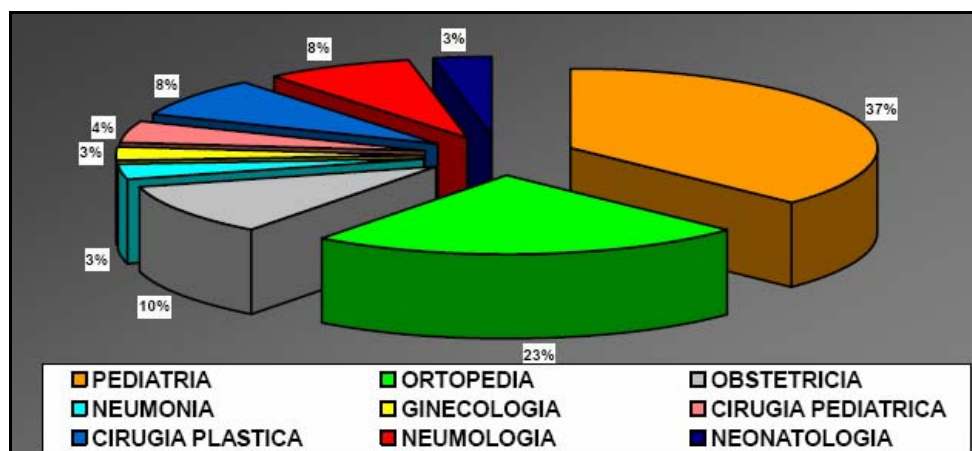
Grafica No 1. Tasa de ingresos de pacientes al Hospital

Cortesía de G. Obando.



Según datos aportados por el departamento de estadística del hospital hasta el año 2,004 la cantidad de personas que asistieron a las instalaciones médicas sumo los 13,668 pacientes. La fuente opina que un porcentaje importante, el 40.3%, de los pacientes visitaron el hospital en busca de los servicios de obstetricia y maternidad, y otra cifras significativa acudieron a las unidades de neonatología, 19%. Estos datos se ilustran en la gráfica No 1.

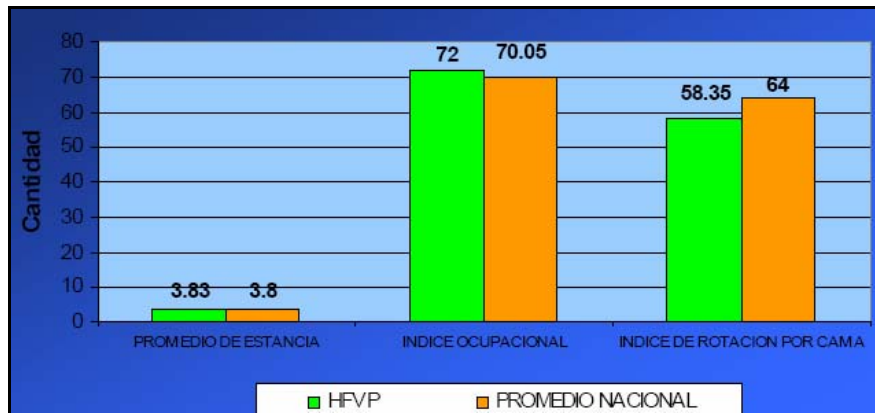
Por otra parte, de acuerdo con las investigaciones realizadas en el Hospital, las especialidades más visitadas en Consulta Externa destaca Pediatría, Ortopedia, y Obstetricia con 1,5701, 9,773 y 4,420 atenciones respectivamente. Este hecho se ilustra en la gráfica que sigue.



Grafica No 2. Distribución porcentual de atenciones realizadas por unidades médicas del Hospital Fernando Vélez Paiz. Cortesía de G. Obando

A su vez, según las investigaciones han revelado que el promedio de estancia de las personas en el hospital es de 3.83%, el índice ocupacional es del 72% y el índice de rotación por cama es de 58.35%.

En la ilustración más abajo (Gráfica No 3), se muestra cifras porcentuales de la dinámica de personas que visitan el hospital, muchos de estos datos son influidos por la calidad de atención, condiciones que presta la infraestructura, tecnología disponible, personal médico y materiales con que cuenta el hospital para actuar ante situaciones de emergencia.



Grafica No 3. Distribución porcentual del flujo de personas que asisten al Hospital.

Cortesía de G. Obando

### 3.3.- Detalles estructurales


Según Estudios realizados (Nicasolum, 2,005), el Hospital Fernando Vélez Paiz, constituye un sistema de marcos revestido por serie de muros de mampostería sujeta a torsiones debido a irregularidades en planta.

Obando, G. (2,009), propone parámetros estructurales para unidades médica importantes que funcionan dentro de esta edificación hospitalaria. Esto se sintetizan en las tablas No 01 al 09 tal como se describe más abajo.

De acuerdo con este autor, un porcentaje significativo, el 67% de las edificaciones que componen el hospital presenta dificultades estructurales, siendo de ellos seis edificios que funcionan como áreas de lavado y cocina, edificio de epidemiología, quirófano, planta eléctrica, baños y bodega, y el edificio de labor y parto.


**Obando, G.,** expresó que cuatro de las edificaciones antes referidas están construida con mampostería confinada, obras en estado critico en comparación con aquellas conformadas por columnas metálicas, y paredes exteriores y particiones internas de plycem.

**Tabla No 1. MÓDULO DE DOCENTES**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 2-</b> Vista Frontal del Módulo de Docentes</p>
Número de ambientes:	7,0	
Número de ocupantes (máx.):	250	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma de L	
Estado actual del edificio:	<u>Buen estado, construido hace tres años</u>	
Categoría de Columna:	<p>B, columnas de concreto reforzado</p> <p>Columnas principales: 0,30m x 0,30m</p> <p>Columnas secundarias: 0,20m x 0,20m</p>	
Categoría de muro:	<p>C, muros de mampostería confinada</p> <p>Bloques de 6"x8"x16"</p> <p><math>L_{m_{corta}}=19,10m</math></p> <p><math>L_{m_{larga}}=33,90m</math></p>	
Atura máx.:	3,10m	


Cortesía de G. Obando

**Tabla No2. EDIFICIO DE CONSULTA EXTERNA**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 3.-</b> Vista Frontal de Edificio de Consulta Externa</p>
Número de ambientes:	16,0	
Número de ocupantes (máx.):	220	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma rectangular	
Estado actual del edificio:	<u>Buen estado, construido hace tres años</u>	
Categoría de Columna:	<p>B, columnas de concreto reforzado</p> <p>Columnas principales: 0,30m x 0,30m</p> <p>Columnas secundarias: 0,20m x 0,20m</p>	
Categoría de muro:	<p>C, muros de mampostería confinada</p> <p>Bloques de 6"x8"x16"</p> <p><math>L_{m_{corta}}=24,10m</math></p> <p><math>L_{m_{larga}}=90,00m</math></p>	
Atura máx.:	3,10m	



Cortesía de G. Obando

**Tabla No 3. OFICINAS DE ADMINISTRACIÓN**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 4.-</b> Entrada a Oficinas de Administración</p>
Número de ambientes:	4,0	
Número de ocupantes (máx.):	120	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma de L	
Estado actual del edificio:	<u>Buen estado, construido hace tres años</u>	
Categoría de Columna:	D, Otro Columnas metálicas: 4"x4"x1/8"	
Categoría de muro:	D, Otro Paredes de plycem $L_{m_{corta}}=13,40m$ $L_{m_{larga}}=38,62m$	
Atura máx.:	2,60m	


Cortesía de G. Obando

**Tabla No 4. ÁREA DE LAVADO Y COCINA**

Número de Pisos:	1,0	
Número de ambientes:	2,0	
Número de ocupantes (máx.):	100	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma en L	
Estado actual del edificio:	<u>Mal estado, construido hace unos 60 años. Vigas deterioradas por la acción del tiempo.</u>	
Categoría de Columna:	B, columnas de concreto reforzado Columnas principales: 0,30m x 0,40m  Columnas secundarias_1: 0,30m x 0,30m  Columnas secundarias_2: 0,20m x 0,20m	 <b>Foto 5.-</b> Equipo de Cocina  <b>Foto 6.-</b> Equipo de lavandería
Categoría de muro:	C, muros de mampostería confinada  Bloques de 6"x8"x16"  $L_{m_{corta}}=81,90m$  $L_{m_{larga}}=96,54m$	
Atura máx.:	3,10m	

Cortesía de G. Obando


**Tabla No 5. EDIFICIO DE EPIDEMIOLOGÍA**

Número de Pisos:	1,0	
Número de ambientes:	3,0	
Número de ocupantes (máx.):	100	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma en L	
Estado actual del edificio:	<u>Mal estado, construido hace unos 60 años, falta de junta de separación.</u>	
Categoría de Columna:	B, columnas de concreto reforzado Columnas principales: 0,30m x 0,40m Columnas secundarias: 0,20m x 0,20m	
Categoría de muro:	C, muros de mampostería confinada Bloques de 6"x8"x16" $L_{m_{corta}}=27,55m$ $L_{m_{larga}}=88,20m$	
Atura máx.:	3.00m / 3,80m	

**Foto 7.-** Poca separación entre Edificio de Epidemiología y el de Bodega.

Cortesía de G. Obando


**Tabla No 6. QUIRÓFANO**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 8.-</b> Muro con grietas o fisuras en toda la junta de mortero.</p>
Número de ambientes:	2,0	
Número de ocupantes (máx.):	20	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma rectangular	
Estado actual del edificio:	<u>Algunas de sus columnas y muros se encuentran en mal estado, construido hace unos 60 años, necesita reparación</u>	
Categoría de Columna:	B, columnas de concreto reforzado Columnas principales: 0,30m x 0,40m  Columnas secundarias: 0,30m x 0,30m	
Categoría de muro:	C, muros de mampostería confinada  Bloques de 6"x8"x16"  $L_{m_{corta}}=16,10m$  $L_{m_{larga}}=50,35m$	
Atura máx.:	3,00m	

Cortesía de G. Obando




**Tabla No 7. PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 9.-</b> Planta Eléctrica</p>
Número de ambientes:	1,0	
Número de ocupantes (máx.):	8	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma rectangular	
Estado actual del edificio:	<u>Muro de mampostería (construido hace unos 60años) en mal estado y necesita reparación, paredes exteriores de plycem en buen estado (construidas hace 2-3años)</u>	
Categoría de Columna:	<p>B, columnas de concreto reforzado</p> <p>Columnas principales: 0,30m x 0,40m</p> <p>C, columnas de concreto prefabricado</p> <p>Columnas secundarias: 0,15m x 0,15m</p>	
Categoría de muro:	<p>C, muro de <i>mampostería confinada</i></p> <p>Bloques de 6"x8"x16"</p> <p><math>L_{m_{corta}}=6,18m</math></p> <p>D, Otro</p> <p>Paredes de plycem</p> <p><math>L_{m_{corta}}=4,20m</math></p> <p><math>L_{m_{larga}}=19,18m</math></p>	
Atura máx.:	3,10m	

Cortesía de G. Obando


**Tabla No 8. BAÑOS Y BODEGA**

Número de Pisos:	1,0	
Número de ambientes:	5,0	
Número de ocupantes (máx.):	40	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma rectangular	
Estado actual del edificio:	<u>Algunas de sus columnas de concreto reforzado (construidas hace unos 60años) y columnas prefabricadas necesitan ser reparadas o reemplazadas. Algunas paredes de plycem en regular estado.</u>	
Categoría de Columna:	<p>B, columnas de concreto reforzado</p> <p>Sección de columnas: 0,15m x 0,15m</p> <p>C, columnas de concreto prefabricado</p> <p>Sección de columnas: 0,15m x 0,15m</p>	
Categoría de muro:	<p>D, Otro</p> <p>Paredes exteriores de plycem</p> <p><math>L_{m_{corta}}=18,94m</math></p> <p><math>L_{m_{larga}}=42,11m</math></p>	
Atura máx.:	3,40m	

**Foto 10.- Área de Baños y Bodega**

Cortesía de G. Obando

**Tabla No 9. EDIFICIO DE LABOR Y PARTO**

Número de Pisos:	1,0	 <p><b>Foto 11.-</b> Vista Lateral del Edificio de Labor y Parto</p>
Número de ambientes:	5,0	
Número de ocupantes (máx.):	80	
Geometría en planta:	Bastante regular, forma rectangular	
Estado actual del edificio:	<u>Algunas de sus paredes de bloque y columnas de concreto (construidas hace unos 60años) necesitan ser reparadas, mientras otras se encuentran en regular estado.</u>	
Categoría de Columna:	B, columnas de concreto reforzado  Columnas principales: 0,30m x 0,40m  Columnas secundarias_1: 0,30m x 0,30m  Columnas secundarias_2: 0,20m x 0,20m	
Categoría de muro:	C, muro de mampostería confinada  Bloques de 6"x8"x16"  $L_{m_{corta}}=30,00m$  $L_{m_{larga}}=52,60m$	
Atura máx.:	3,10m	

Cortesía de G. Obando

Por otro lado, Obando, G. (2,009), advierte que las estadísticas de personas afectadas ante eventualidades sísmicas tiene el siguiente espectro: golpeados (1,110 víctimas), heridos leves (276 víctimas), heridos graves (3 víctimas), muertos (3 víctimas) que corresponden al intervalo de horas de las 9:00am a las 3:00pm.

Por lo cual, el autor del presente trabajo, es del criterio que garantizar el estado estructural ante acciones del medio ambiente, o bien sismos, cobran especial interés para asegurar las vidas de sus ocupantes, y el personal médico que en ese lugar labora.

### 3.4. Valoración económica

Los datos aportados por Obando, G. (2,009) revelan costos económico para principales estructuras físicas en el interior del Hospital Fernando Vélez Páiz ilustrados en la Tabla que sigue.

**Tabla No 1.-** Valoración económica de los costos de edificios importante dentro del Hospital Vélez Páiz.

Edificio	Área (m <sup>2</sup> )	Costo (\$)/m <sup>2</sup>	Costo del edificio (\$)
Área de Lavado y Cocina	1,426.28	900.00	1,283,652
Edificio de Epidemiología	649.33	950.00	616,864
Quirófano	307.57	900.00	276,813
Edificio de Labor y Parto	503.22	950.00	478059
<b>Costo Total</b>			<b>2,655,388</b>

Cortesía de G. **Obando**

Según los Estudios realizados, para el cálculo estimado de presupuestos de inversión para la reparación y reconstrucción de los edificios afectados del Hospital Vélez Páiz ante la acción degradante del medio ambiente se solicita considerar los datos presentados en la tabla previo a iniciar un proceso de reparación y mantenimiento general.

No obstante, esto requiere llevar el trabajo a metros cuadrados y multiplicándolo por el precio, incluyendo la mano de obra para obtener un subtotal por cada edificación, los cuales sumen y se integre a un porcentaje significativo con vista a cubrir gastos del presupuesto independiente como son:

- Servicio de vigilancia
- Montaje de equipo
- Desmontaje de equipo de mano de obra
- Gastos de electricidad
- Comunicaciones
- Transporte personal.
- Así como los, Gastos imprevistos tales como:
  - Precios de adquisición de los materiales
  - Tarifas de mano de obra a contratar

A continuación se presenta un análisis comparativo entre la realización de mantenimientos y reparaciones ilustrado en la Tabla siguiente presentada, y completada más adelante en el epígrafe de Resultados del presente documento.

Edificio	Precio Total Estimado		
	Reparación (\$)	Mantenimiento (\$)	Diferencia
Área de Lavado y Cocina	x	x	x
Edificio de Epidemiología	x	x	x
Quirófano	x	x	x
Edificio de Labor y Parto	x	x	x
<b>Costo Total (\$)</b>			<b>x</b>

Fuente: Modificado de **Córdova, R. R. (2,004)**

## IV. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 4.1.- Etapa organizativa

Consiste en la compilación y análisis de la información documental, y cartográfica a escala detalle disponible relativo al área del estudio. Esta información está disponible en universidades, institutos politécnicos, instituciones académicas y centros de investigación.

A su vez, se realiza consultas a especialistas ambientales nicaragüenses e internacionales sobre el tópico abordado en la presente investigación.

De igual forma, se prepara mapa de ubicación geográfica que englobe el área estudiada a escala detalle usando herramienta SIG como ArcGis 9.2.

El sitio investigado con forma casi paralelogramo ocupa superficie cuadrática de considerable extensión, siendo el tamaño de la muestra representativa el 100% del área estudiada.

En este estudio, se aplican técnicas iconográficas y estadísticas descriptivas, herramientas informáticas (STATS TM V.2; SPSS V.13 y ArcGis 9.3), modelos matemáticos distintivos  $\{IM = \pm [3(I) + 2 (EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR ; y otros\}$ , apoyados de equipos de medición electrónica.

### 4.2.- Etapa Analítica

Consiste en la clasificación y valoración de la degradación física del Hospital Vélez Páiz bajo acción del medio ambiente, asistido de criterios técnicos estándares reunidos en la publicación “Manual Evaluación de Impacto Ambiental”, de Rodríguez, R. (2,004)

A su vez, se aplican modelo cuantitativo de uso frecuente para la obtención de datos numéricos y atributivos del impacto que ocasiona el medio ambiente al Hospital en cuestión. De esto, resultan múltiples mapas temáticos a escala detalle.

Se zonifica este hospital en función de sus variables físico ambientales de igual valor apoyados del programa ArcGis 9.3, que permite diferenciar zonas con diferentes niveles de afectación.

#### 4.3.- Etapa de Campo

Consiste en la búsqueda y caracterización minuciosa de evidencia física superficial en el interior y a fueras del hospital Vélez Paíz que indicase el aporte del ambiente en el deterioro físico de este. Para ello se obtiene recuento fotográfico, medidas de dimensión de la afectación y su ubicación dentro del hospital. Esto constituye un elemento importante para la conservación de la instalación médica, siendo a su vez, una necesidad para la eliminación y/o mitigación de los niveles de impacto que más le afectan que justificó la propuesta de plan de medidas.

Asimismo, se realiza las correspondientes valoraciones económicas de las variantes propuestas para obtener las variables con más ventajas en el proceso presupuestario de su conservación. De igual manera, se determina la variante óptima entre la realización del mantenimiento sistemático y la reparación general.

También, se reveló mediante el proceso investigativo que agente medioambientales inciden más sobre el hospital Fernando Vélez Paiz. Se realiza mapas temáticos a escala detalle apoyado de ArcGis 9, en estos se presenta la información obtenida de esta etapa del estudio.

#### 4.3.1.- Metodología de cuantificación de impactos

Se define y usan las variables ambientales e instrumento metódicos para la cuantificación de afectaciones surgidas en este hospital, permitiendo relacionar acciones naturales impactantes con indicadores de impacto ambiental figurado en un sistema de matriz .

##### 4.3.1.1. Operacionalización de variables

Se especifican operaciones realizadas para medir variables ambientales indicadas en la **Tabla No 10**

**Tabla No 10 . DEFINICIONES OPERACIONALES**

Variable estudiada	Definición operacional
Importancia de los impactos ambientales (IM)	Modelo cuantitativo (Conesa Vítora Fernández, 1993). De este modelo que valora afectaciones ambientales, 13 ítems evalúan la variable tales como: carácter, intensidad, extensión, sinergia, persistencia, efecto, momento, acumulación progresiva, recuperabilidad, reversibilidad y periodicidad de impacto ambientales.
	Modelo cuantitativo



Impacto total sobre el factor ambiental K (ITK)	(Leopold, 1971). De este modelo que valora impactos ambientales, 3 ítems evalúan la variable, estos son: magnitud e importancia del impacto, y número total de acciones generadoras de afectaciones al ambiente.
Índice de magnitud del impacto sobre el factor ambiental K(IMK)	Modelo cuantitativo (Leopold, 1989). De este modelo que valora magnitud de impactos ambientales, 3 ítems evalúan la variable, estos son: intensidad, extensión y duración de afectaciones ambientales
Valor integral de impacto para factor ambiental K (VIAK)	Modelo cuantitativo (Leopold, 1989). De este modelo que valora impacto ambiental global, 3 ítems evalúan la variable, estos son: Reversibilidad, IMK y probabilidad de ocurrencia (P) de impacto ambientales

#### 4.3.1.2. Instrumentos para obtención de datos

##### 4.3.1.2.1. Instrumento del Método Conesa Vítora Fernández

Este método está sustentado en una matriz causa-efecto, también, emplea la clasificación tipológica de impacto ambiental mostrada más adelante (**Tabla No 11**)

A su vez, se utiliza en la valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos (**Tabla No 12**) a través del método citado, la expresión matemática que se presenta a continuación:

$$\mathbf{IM} = \pm [3(\mathbf{I}) + 2(\mathbf{EX}) + \mathbf{SI} + \mathbf{PE} + \mathbf{EF} + \mathbf{MO} + \mathbf{AC} + \mathbf{MC} + \mathbf{RV} + \mathbf{PR}]$$

Donde:

IM: Importancia de los impactos ambientales. Las unidades de medidas son  
adimensionales

±: Carácter del impacto (signo)

I: Intensidad.

EX: Extensión o influencia espacial.

SI: Sinergia

PE: Persistencia o duración del cambio.

EF: Efecto

MO: Momento del impacto

AC: Acumulación progresiva del impacto

MC: Recuperabilidad

RV: Reversibilidad

PR: Periodicidad

**Tabla 11.** MATRIZ DE VALORACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS

Afectación generada por el medio ambiente		Acciones del Medio Ambiente			
		A	B	C	D
Medio Físico					
Suelo	1) Humedad por ascensión capilar				
	2) Abofamiento				
	3) Exfoliaciones				
	4) Desconchado				
Clima	5) Humedad en el techo				
Medio Biótico					
Vegetación	6) Derrumbes de la cubierta				
Fauna					
	7) Pudrición de algunos elementos de				

	madera				
	8) Pudrición de la				
	viga solera				
	9) Pudrición del alero				
	tornapunta				

**Tabla 12.** MATRIZ DE TIPIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA

REPRESENTACIÓN	DENOMINACIÓN	CLASIFICACIÓN
CI	Carácter del impacto	(+) Positivo (Beneficioso)  (-) Negativo (Dañino).  (x) Previsto (difícil de  cualificar sin estudios específicos)
I	Intensidad del impacto (grado de afectación)	1 Baja  2 Media  4 Alta  8 Muy Alta  12 Total
		1 Puntual (la acción impactante causa un efecto muy localizado)         2 Parcial (el efecto supone una incidencia apreciable en el medio)         4 Extenso (el efecto se detecta en una gran parte del medio)

EX	Extensión del impacto (área que será afectada)	<p>considerado)</p> <p>8 Total (el efecto se manifiesta de forma generalizada en todo el entorno)</p> <p>+4 Crítico (el impacto se produce en una situación crítica; característico de impactos puntuales; se atribuye un valor de 4 unidades por encima del que le correspondía)</p>
SI	Sinergia (reforzamiento de dos o más efectos simples)	<p>1 No sinérgico (cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre el mismo factor)</p> <p>2 Sinérgico (presenta sinergismo moderado)</p> <p>4 Muy sinérgico (el impacto es altamente sinérgico)</p>
		<p>1 Fugaz (produce un efecto que dura menos de un año)</p>

PE	Persistencia (permanencia del efecto)	<p>2 Temporal (el efecto persiste entre 1 y 10 años)</p> <p>4 Permanente (el efecto tiene una duración superior a los 10 años)</p>
EF	Efecto (relación causa-efecto)	<p>D Directo o primario (su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la repercusión de la acción consecuencia directa de esta)</p> <p>I Indirecto o secundario (su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario actuando este como una acción de segundo orden)</p>
MO	Momento del impacto	<p>1 Largo plazo (el efecto demora en manifestarse más de 5 años)</p> <p>2 Mediano plazo (el período de tiempo varía de 1 a 5 años)</p> <p>4 Corto plazo (el tiempo entre la aparición de la acción y el</p>



	(plazo de manifestación)	<p>comienzo del</p> <p>efecto es menor de 1 año)</p> <p>+4 Crítico (si concurre alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se le adicionan 4 unidades)</p>
AC	Acumulación (incremento progresivo).	<p>1 Simple (es el impacto cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente</p> <p>ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la</p> <p>inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia)</p> <p>4 Acumulativo (es aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismo de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto).</p>

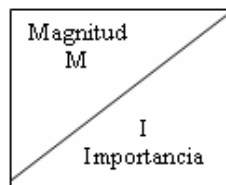
MC	Recuperabilidad (posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación)	<p>1 Recuperable de inmediato</p> <p>2 Recuperable a mediano plazo</p> <p>4 Mitigable (el efecto puede recuperarse parcialmente)</p> <p>8 Irrecuperable (alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como la humana)</p>
RV	Reversibilidad (posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales.	<p>1 Corto plazo (retorno a las condiciones iniciales en menos de un año)</p> <p>2 Mediano plazo (se recuperan las condiciones iniciales entre 1 y 10 años)</p> <p>4 Irreversible (imposibilidad</p>

		<p>o dificultad extrema de</p> <p>retornar por medios</p> <p>naturales a las condiciones</p> <p>iniciales, o hacerlo en un</p> <p>período mayor de 10 años)</p>
PR	Periodicidad (regularidad de manifestación del efecto)	<p>1 Irregular (el efecto se manifiesta de forma impredecible)</p> <p>2 Periódica (el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente)</p> <p>4 Continua (efecto constante en el tiempo)</p>
IM	Importancia del efecto (valoración cuantitativa del impacto)	$IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$
	Clasificación del impacto [se hace partiendo del	CO Compatible ( $\leq 25$ )

CLI	análisis del rango de variación de la importancia del efecto (IM)]	M Moderado ( $25 < IM \leq 50$ ) S Severo ( $50 < IM \leq 75$ ) C Crítico ( $IM > 70$ )
-----	--	---

#### 4.3.1.2.2. Instrumento del Método Leopold Lugones

La **Metodología de Leopold**, expresa el impacto ambiental gráfica y numéricamente de la manera siguiente:



El impacto correspondiente se calcula como el producto entre la magnitud y la importancia:

$Impacto\ ambiental = Magnitud \times Importancia$

Se utiliza escalas relativas, donde se asigna tres niveles para valorar la magnitud y la importancia del impacto:

1= Bajo      3 = Alto

2= Medio

El método de Leopold permite valorar el impacto total sobre un factor ambiental, sumando todos los impactos generados por las acciones antrópicas sobre dicho factor:

$$(IT) K = \sum (MKJ IKJ)$$

$$J = 1, N$$

Donde:

(IT) K = Impacto total sobre el factor ambiental K

MK, J = Magnitud del impacto de la acción J sobre el factor K

IK, J = Importancia del impacto de la acción J sobre el factor K.

N = Número total de acciones antrópicas consideradas en la matriz.

De este modo, se puede comparar los diferentes factores ambientales impactados y establecer una prioridad de factores ambientales, sobre la base de su fragilidad frente a las acciones antrópicas.

Por otro lado, la sumatoria de todos los impactos anotados en una columna indica el impacto total sobre el medio ambiente causado por esa acción antrópica. Y la sumatoria de sus filas indican la incidencia del conjunto sobre cada factor ambiental.

No obstante, es conveniente agrupar en una matriz los aspectos ambientales, de acuerdo a su ocurrencia en el tiempo, en donde se precisen órdenes de importancia de los impactos ambientales tanto para componentes físicos como bióticos (Tabla No 13).

**Tabla 13.** MATRIZ DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

Afectación generada por el medio ambiente		Acciones del Medio Ambiente			
		A	B	C	D
Medio Físico					
Suelo	1) Humedad por ascensión capilar				
	2) Abofamiento				
	3) Exfoliaciones				
	4) Desconchado				
Clima	5) Humedad en el techo				
Medio Biótico					
Vegetación	6) Derrumbes de la cubierta				
Fauna	7) Pudrición de algunos elementos de madera				

8) Pudrición de la viga solera				
9) Pudrición del alero tornapunta				

A pesar de lo antes expuesto, existen extensiones de matrices en que se consideran la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental. Esto permite incorporar un tercer criterio para la valoración del impacto:

Impacto ambiental = Magnitud x Importancia x Probabilidad

Según **Claudio Zaror Zaror** en su libro Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos, las clasificaciones consideradas en la valoración de la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental sobre la globalidad del componente es la siguiente:

- Alta (>50%) = 1,0
- Media (10-50%)=0,5
- Baja (1-10%)= 0,2

A su vez, otro parámetro importante en la valoración de impactos ambientales lo constituye el IMK conocido como indicador de magnitud de impacto k, se define matemáticamente como una función lineal de la intensidad, extensión territorial y duración del impacto, ponderada:



$$IMK = IKaI + EKaE + DKaD$$

Donde:

IMK = Índice de magnitud del impacto sobre el factor ambiental K

IK = intensidad del impacto sobre el factor ambiental K

aI = coeficiente de ponderación del criterio intensidad

EK = extensión del impacto sobre el factor ambiental K

aE = coeficiente de ponderación del criterio de extensión.

DK = duración del impacto ambiental sobre el factor K

aD = coeficiente de ponderación del criterio de duración.

Con la obtención de estas variables se valora el impacto ambiental en términos de un índice denominado valor integral de impacto ambiental (VIA), definido como:

$$VIAK = (RK)^{aR} (IMK)^{aIM} (PK)^{aP}$$

Donde:

VIAK = valor integral de impacto para factor ambiental K

RK = reversibilidad del impacto sobre el factor K

aR = ponderación (exponencial) del criterio de reversibilidad.

IMK = índice de magnitud del impacto sobre el factor K





aIM = ponderación (exponencial) del criterio de importancia.

PK = probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el factor K

aP = ponderación (exponencial) del criterio de probabilidad antes referido.

Los coeficientes de ponderación deben cumplir con las condiciones:

$$aI + aE + aD = 1$$

$$aR + aIM + aP = 1$$

Zaror, C. (2002), afirma que los coeficientes de ponderación a asignar a cada uno de los criterios deben ser especificados por el evaluador. Se propone los siguientes valores:

$$aI = 0,40$$

$$aE=0,40$$

$$aD=0,20$$

$$aR=0,22$$

$$aIM=0,61$$

$$ap=0,17$$

Este autor, señala que el valor integral de impacto ambiental se clasifica, de acuerdo a su importancia relativa, según las siguientes categorías como se presenta en la Tabla que sigue:



**Tabla 14.** VALOR INTEGRAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

VIA	Relevancia del impacto ambiental
> 8,0	Muy alta
6,0 – 8,0	Alta
4,0 – 5,9	Media
2,0 – 3,9	Baja
< 2,0	Muy baja

De acuerdo al valor del VIA, los diferentes impactos se ordenan jerárquicamente y se define un criterio umbral para decidir la aplicación y tipo de medida de mitigación.

#### 4.4.- Etapa de procesamiento e interpretación de datos

Consiste en el tratamiento y análisis estadístico de datos. Se presentan los productos a través de gráficos, diagramas, histogramas, tablas y mapas a partir del análisis de datos estructurales, ambientales y arquitectónicos del sitio de interés. Para esto, se emplean programas informáticos SPSS versión 10 y STATS TM V.2 y Escalograma LIKERT. Se representa visual y numéricamente en unidades porcentuales conjunto de datos cuantitativos y cualitativos con vista describir las características sistémicas locales.

Asimismo, se realiza la cuantificación de las afectaciones en función de su importancia o significancia a través de modelos cuantitativos y atributivos basado en metodologías Conesa Vítora Fernández, y Lugones Leopold, uno y otro complementarios. Esta complementariedad se logra normalizando los datos obtenidos mediante el empleo de un indicador frecuente en estos modelos, tal como la Intensidad (I), Extensión (Ex), Reversibilidad (RV) y Persistencia (PE) de Impactos ambientales, también, indicados por la literatura especializada.

Seguidamente, se establecen factores de relación usando elemento de referencia (Intensidad de Impactos ambientales) determinados por estas metodologías. De no ser así las expresiones cuantitativas y cualitativas planteadas en las metodologías usadas



muestran valoraciones contrarias frente a calificaciones obtenidas del proceso de cálculo.

Otro criterio importante considerado son las condiciones del entorno geográfico considerado, o bien, las interacciones matemáticas entre modelos o relaciones lineales con otros indicadores específicos.

Por último, se propone un plan de medidas encaminado a contrarrestar las dificultades detectadas en el hospital en cuestión, así como el tipo de técnicas actuales que deben emplearse para intervenir esta infraestructura física. Finalmente, se plantean ventajas económico-ambientales que representa la realización de mantenimientos sistemáticos, en relación con la ejecución de reparaciones generales donde se han sido obviados dichos mantenimientos.

#### 4.5.- Etapa de Oficina

Consiste en la elaboración de un documento final para optar al título de máster en Energía Renovable presentado a la Sede Iberoamericana Santa María La Rábida, Universidad Internacional de Andalucía (UNIA) de Huelva, España. Este documento plasma las etapas del proceso investigativo con sus respectivos recursos ilustrativos (numéricos, cartográficos, descriptivos e interpretativos), análisis de la situación, resultados, conclusiones, recomendaciones y anexos.



## V. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- **Córdova, R. R. (2,004).** Manual Evaluación de Impacto Ambiental. Escuela de Economía Agrícola (ESECA). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua. 128p.
- **Pelayo, R. G. (1,995).** Pequeño Larousse ilustrado. Diccionario. 2da edición. Editorial LAROUSSE. México. 1,663p.
- **FUNDENIC (1,997).** Ley General del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales y Su Reglamento. Fundación Nicaragüenses para el Desarrollo Sostenible (FUNDENIC). Serie de Leyes Ambientales No 3. Managua. 117p.
- **González, M. B. et. al. (2,003).** Mineralogía Aplicada. Editorial SINTESIS, S.A., y Sociedad Española de Mineralogía. Madrid. 429p.
- **Henry, J. G., y Heinke, G. W. (1,999).** Ingeniería Ambiental. 2da edición. Editorial PRENTICE HALL. México. 800p.
- **Obando, G. (2,009).** Estudio de Vulnerabilidad Sísmica en el Hospital Fernando Vélez Paiz. *Tesis de Grado*. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua. 172p.
- **Obando, T. (2,008).** Valoración del Impacto Ambiental generado por la Explotación Minera en los Depósitos de Arenas Naturales al Suroeste del Cerro Motastepe, Managua, Nicaragua. *Tesis de Maestría*. Sede Iberoamericana Santa María La Rábida. Universidad Internacional de Andalucía (UNIA). Huelva. 159p.



- **Zaror, C. Z. (2,002).** Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos. 2da edición. Editorial Universidad de Concepción. Serie de Monografías. Concepción. 613p.



## VI. ANEXOS

### Anexo 6.1. Vista aérea del Hospital Fernando Vélez Paíz, objeto del estudio

