

Fuente Fotográfica: <http://www.panoramio.com/photo/27856256>

**Ismael Antonio Chaparro Camargo**  
Ing. Civil, Universidad Católica de Colombia, Bogotá  
[ingismaelchaparro@hotmail.com](mailto:ingismaelchaparro@hotmail.com)

**Henry Colmenares Merchán**  
Ing. Civil, Universidad La Gran Colombia, Bogotá  
[Henry\\_colmenaresm@hotmail.com](mailto:Henry_colmenaresm@hotmail.com)

# Vulnerabilidad y Patologías

## en centros de salud, un caso específico de Boyacá

### RESUMEN

El presente artículo es el resultado de un estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico de una edificación definida por la legislación colombiana como “esencial”. Se trata del centro de salud del municipio de Tópaga. Debido a la relevante función que desempeña en la atención y gestión de emergencias y de tratamientos médicos ambulatorios para una población numéricamente importante, es necesario crear un cuerpo de prescripciones específicas que permitan adecuar las edificaciones existentes o construir unas nuevas, frente a posibles riesgos sísmicos.

Una revisión de los antecedentes y del estado del arte revela un balance negativo de estas edificaciones esenciales ante un comportamiento sísmico, así sea éste moderado. Se detectaron algunas falencias tales como: (a) insuficiencia de las metodologías adoptadas en los códigos sísmicos vigentes para proteger este tipo de edificaciones, (b) necesidad de abordar su evaluación desde un punto de vista global que considere la vulnerabilidad física estructural y no estructural y la vulnerabilidad funcional y (c) la importancia de considerar la interacción entre los diferentes elementos que conforman un sistema esencial con otros sistemas y líneas vitales.

Se muestra una descripción general del estado actual de la edificación, en cuanto a su parte médico-arquitectónica, estructural y sus afectaciones patológicas. También, la revisión y verificación de los estudios adelantados a la fecha, descripción y análisis de las intervenciones de los reforzamientos estructurales realizados y, finalmente, un análisis de resultados.

Palabras clave. centros de salud de boyacá, edificaciones esenciales, sistemas esenciales, vulnerabilidad sísmica.

### ABSTRACT

This article is the result of a study of vulnerability and seismic risk a building defined by Colombian legislation as “essential”. It is the municipality of Tópaga health centre.

Due to the relevant role in the care and management of emergency and outpatient medical treatment for a numerically significant population, it is necessary to create a body of specific requirements to match the existing buildings or building new ones to potential seismic risk.

A review of the background and the State of the art shows a negative balance of these essential buildings a seismic behavior, yet be moderate. Detected some shortcomings such as: (a) failure of the methodologies in place to protect this type of buildings, (b) need to address its evaluation from a global point of view to consider the physical vulnerability - structural and non-structural-functional vulnerability and (c) the importance of considering the interaction between the different elements that make up an essential with other systems and vital lines system seismic codes.

This article is about the specific case of level one Tópaga Health Center, an overview of the current state of the building, is displayed on its part médico-arquitectónica, structural and their pathological affectations. Also, the review and verification of studies developed to date, description and analysis of the interventions of the structural improvements made and finally an analysis of results.

Keywords. Centros de salud de Boyacá, essential buildings, essential systems, seismic vulnerability.

## I. INTRODUCCIÓN.

El presente artículo es producto de una investigación para la Universidad Santo Tomás realizado durante los años 2009 y 2010. Fueron efectuados estudios avanzados sobre la infraestructura existente y se le otorgó especial importancia a los temas de vulnerabilidad y riesgos sísmicos que pueden afectar las edificaciones del Centro de Salud del municipio de Tópaga.

Debido a la importante función que desempeña, en cuanto a la atención sanitaria de la población y a la gestión de emergencias ocasionadas, por posibles sismos, es necesario implementar estudios que ofrezcan soluciones de reforzamiento estructural acordes con las nuevas normas sísmicas del país. La normatividad permite y ordena adecuar las edifica-

ciones existentes y construir nuevas, con requisitos incluidos en la NSR -10, la cual las clasifica de acuerdo con su nivel de importancia.

La selección de una metodología específica de evaluación de la vulnerabilidad sísmica debe necesariamente considerar un balance entre la inversión y el resultado. Dependiendo del alcance y los objetivos del estudio, se justificó la implementación de técnicas determinadas de evaluación que, para el caso de los centros de salud, son relativamente parecidos pero sólo en uno de ellos se han venido adelantando estudios y se han ejecutado algunas ampliaciones, lo que condujo a trabajar con dos metodologías diferentes.



## II. ESTUDIOS Y DISEÑOS PROPUESTOS

### A. Antecedentes y estado actual

A raíz del terremoto de Popayán en 1983 se tomó conciencia de la necesidad de diseñar y construir edificaciones que cumplan ciertos parámetros de resistencia sísmica, que permitan salvaguardar la integridad de sus ocupantes y de la misma estructura, en caso de la ocurrencia de un evento de esta naturaleza. Fue así como en 1984, se adoptó el primer Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes que estuvo vigente hasta 1998, cuando fueron publicadas las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR – 98 y, por último, la nueva norma NSR-10.

A pesar de los grandes esfuerzos por normalizar la construcción en Colombia, para encaminarla hacia la reducción de las pérdidas económicas y de vidas humanas, el sismo del eje cafetero de 1999, demostró que no basta con construir edificaciones nuevas que cumplan con las normas actuales de sismo resistencia, sino que es urgente la actualización y reforzamiento de las edificaciones que hayan sido construidas siguiendo los lineamientos del Código del 84, y más aún, aquellas que fueron construidas sin estructura de resistencia sísmica.

En el Capítulo A.10 de la NSR – 98 se establecen unos parámetros básicos para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, que fueron construi-

das antes de la vigencia de dicho reglamento. Lo que se busca, en general, es que al hacer el reforzamiento de una estructura construida antes de la vigencia de la NSR-98, la edificación adquiera el nivel de seguridad exigida por las normas vigentes.

Hacia los años 60 y a principios de los 70, en la mayoría de municipios, a través de un modelo tipo implantado por el mismo Estado, fueron construidos unos puestos de salud que se ajustaban a las necesidades y los alcances de los gobiernos de la época. Para la fecha de la construcción de esos puestos de salud, las enfermedades que cubrían los planes obligatorios de salud eran pocas y los servicios se dirigían a personas específicas. Por tanto, los requerimientos en cuanto a personal profesional eran mínimos, al punto que únicamente requerían de una sola enfermera jefe y algunas promotoras para atender el puesto de salud.

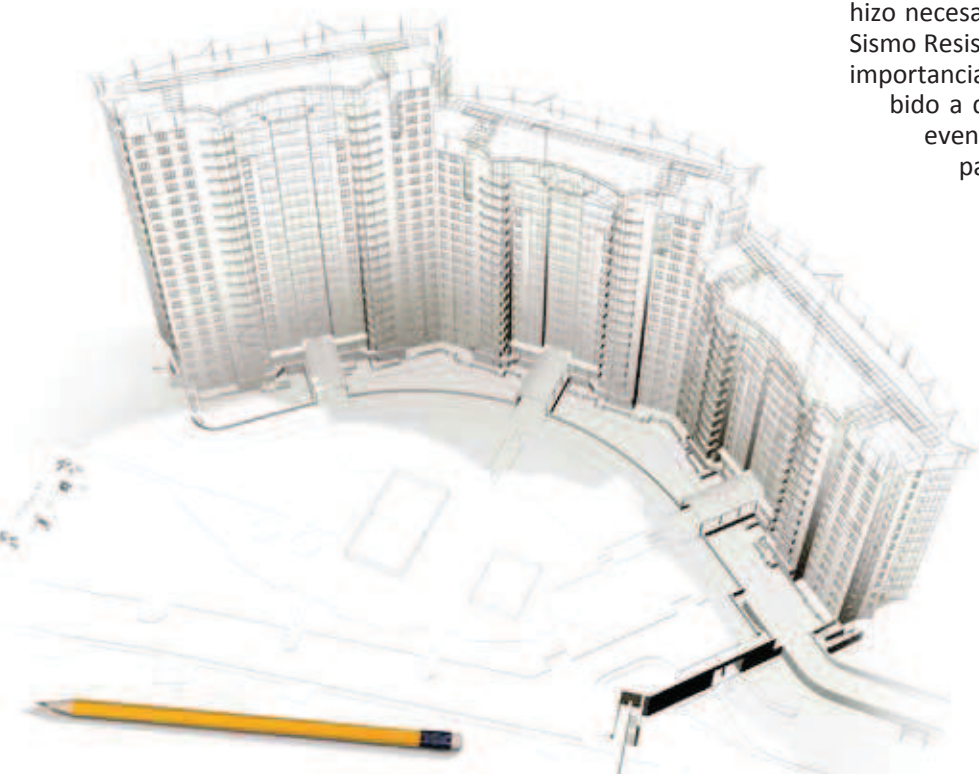
Tales edificaciones se construían sin ningún estudio de suelos, ni portafolio de servicios. Obedecían sencillamente a un diseño tipo, el cual no cumplía ni estaba ajustado con normas preestablecidas de sismo-resistencia (NSR-98). Con el tiempo, el Estado fue incrementando los porcentajes de cobertura de las enfermedades y de la población objetivo. Sin embargo, a pesar de ello, los puestos de salud resultaron siendo los mismos y solamente se efectuaron algunos cambios, ejecutados sin revisión ni diseño adecuados.

Actualmente, debido a que la infraestructura hospitalaria ha adquirido una gran importancia, se hizo necesario incluir en la NRS-98 y el Código de Sismo Resistencia de 1984, un coeficiente de mayor importancia para centros de salud y hospitales, debido a que son estos inmuebles los que, en un evento sísmico, deben recibir a los heridos y para prevenir los riesgos de réplicas.

Es necesario, por tanto, realizar los estudios y análisis necesarios de estas antiguas edificaciones e intervenirlas, con el propósito de salvaguardar la vida de quienes las utilicen.

### B. Referentes teóricos

La amenaza sísmica se entiende como la probabilidad de que se presente un sismo potencialmente desastroso, en un sitio dado. Es un factor externo a la estructura y representa un peligro latente que puede causar daños a las



personas, bienes y al medio ambiente. Por otra parte, el riesgo sísmico, representa el grado de daño o pérdida esperado por la ocurrencia de un evento sísmico. Lo que quiere decir que el riesgo está íntimamente ligado con el grado de exposición (Vallecilla, 1995).

La vulnerabilidad sísmica se define como el grado de pérdida o deterioro de un elemento o un grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento sísmico desastroso. Este deterioro comprende el daño físico que pueda sufrir el sistema de resistencia sísmica y el sistema de resistencia de cargas gravitacionales. El daño que pueda sufrir la estructura depende de factores como la calidad del diseño, características de los elementos estructurales, configuración estructural, calidad de los materiales utilizados y, desde luego, las cargas actuantes. La calificación del daño estructural se puede hacer de manera cualitativa o de manera cuantitativa.

### C. Procedimientos ejecutados

Se utilizaron los métodos cuantitativo, descriptivo y explicativo. Los alcances de las bases metodológicas incluyen lo siguiente: peligro sísmico, evaluación geológica y geotécnica, riesgo sísmico y bases de análisis sísmico, prospección del estado físico, análisis y evaluación estructural y análisis y evaluación no estructural (tabiques, cielo rasos, equipo industrial y médico). Además, se involucran los aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica y los cuales son: aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, aspectos de cimentación, aspectos de entorno y aspectos de suelos

### D. Metodología

Para desarrollar el estudio de vulnerabilidad se siguieron los lineamientos establecidos en el Capítulo A.10 de la NSR – 98, referente a la rehabilita-

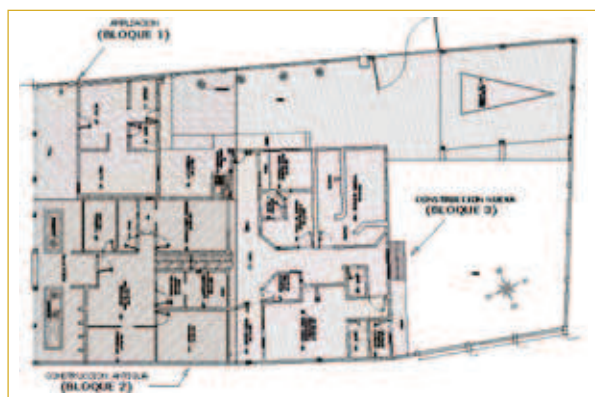


FIGURA1. ZONIFICACIÓN BLOQUES CONSTRUCTIVOS. Tomado del primer estudio de vulnerabilidad sísmico del centro de salud de Tópaga. Empresa Social del Estado San Judas Tadeo, 2009.

ción de edificaciones construidas antes de la vigencia de dicha norma. Adicionalmente y dado que la estructura actual, en su mayoría, está compuesta por mampostería no reforzada, se tuvieron en cuenta algunas recomendaciones de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, consignadas en el Manual de Construcción, Evaluación y Reconstrucción de Viviendas de Mampostería. También, fueron consideradas las recomendaciones del Decreto 2809 del 29 de diciembre de 2000, referente a la reparación y refuerzo de edificaciones. La secuencia metodológica seguida para realizar el presente trabajo fue la siguiente:

#### 1) Recopilación de la información preliminar

Comprende el estudio de vulnerabilidad estructural y diseño del reforzamiento para el Centro de Salud San Judas Tadeo del municipio de Tópaga. El edificio, de una planta, se sitúa en un lote de terreno de 647 m<sup>2</sup> y ocupa un área construida de 278,52 m<sup>2</sup>, en mampostería no confinada. La construcción de la infraestructura física actual, fue ejecutada en diferentes etapas cronológicas, funcionales y constructivas. Se tiene una edificación antigua (Bloque 2) construida en 1964, una ampliación que data de la década de los años 80 (Bloque 1) y una tercera construcción que, por su área, hace parte de una nueva edificación (Bloque 3) construida en el año de 1999. En la figura 1, se identifica y zonifica la construcción existente de acuerdo con las características definidas anteriormente.

#### 2) Inspección de la estructura.

El sistema de soporte estructural está conformado por muros de carga, en ambas direcciones en mampostería. Además, no posee pórticos en concreto ni columnas que estén soportando carga alguna. Este sistema estructural no posee capacidad de disipación de energía, lo cual contradice lo establecido por la NSR – 98 para zonas de amenaza sísmica alta. La estructura de cubierta está conformada por un entramado de correas metálicas sobre la que están soportadas tejas de asbesto – cemento.

#### 3) Análisis de vulnerabilidad sísmica

Para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica se tuvieron en cuenta los aspectos de geometría, construcción, estructura, cimentación, entorno y características del suelo de fundación, siguiendo los parámetros establecidos en la NSR – 98 y del manual de evaluación de edificaciones de mampostería, de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS.

En los aspectos geométricos se evaluaron las irregularidades tanto en planta como en altura y la configuración de muros. La edificación en general no presenta irregularidades pronunciadas en planta, por esto se puede decir que la vulnerabilidad de la estructura por irregularidades en planta es baja. De acuerdo con la modulación en altura del edificio, no existen irregularidades importantes, de manera que la vulnerabilidad por este concepto es baja. Se tuvieron en cuenta para la vulnerabilidad factores como calidad de las juntas de pega en el mortero, tipo y disposición de las unidades de mampostería y la calidad de los materiales. El espesor de las juntas de pega es uniforme en el sentido horizontal, pero en sentido vertical presenta algunas irregularidades. La calidad del mortero de pega es de baja calidad, por cuanto tiene un alto contenido de arena con relación a la cantidad de cemento, situación que se constató rayando el mortero con una puntilla. De lo anterior, se determina una vulnerabilidad por calidad de las juntas de pega en mortero media.

Por otro lado las unidades de mampostería utilizadas para la construcción, son de ladrillo tolete ordinario de diferentes características en cuanto a grado de cocción y apariencia exterior. Las unidades se encuentran trabadas de manera irregular y algunas de ellas se encuentran fracturadas, de manera que la vulnerabilidad por tipo y disposición de las unidades de mampostería es alta. El mortero de pega se deja rayar con facilidad y las piezas de mampostería no están en buenas condiciones, teniendo en cuenta que el material estructural es la mampostería y ésta se encuentra deteriorada, la vulnerabilidad por calidad de los materiales es alta. En cuanto a los aspectos estructurales, se tiene en cuenta si hay muros confinados o reforzados, detalles de vigas y columnas, vigas corona, características de las aberturas y los entrepisos y el amarre de la cubierta. El sistema de resistencia sísmica de la edificación

está conformado por muros en mampostería no reforzada con algunos signos visibles de deterioro, la vulnerabilidad por muros confinados y reforzados es alta.

Se pudo apreciar en la auscultación de la estructura que no se identificaron columnas en concreto, simplemente en algunos

sectores se evidenció la presencia de machones en ladrillo. En el estudio de suelos adjunto al presente informe, se puede identificar, en los muros perimetrales del cerramiento de la construcción, la presencia de columnas de confinamiento, las cuales presentan carencias de cimentación (ausencia de zapatas o pedestales), la vulnerabilidad por éste aspecto es alta.

En la auscultación de la estructura no se identificaron vigas corona sobre las culatas ni los muros divisorios. La vulnerabilidad en este aspecto es alta, con respecto a las aberturas en los muros para las ventanas y puertas. Éstas están distribuidas adecuadamente dentro de los muros. La vulnerabilidad por las características de las aberturas en los muros es media. La pequeña placa de entrepiso que existe se ve en buenas condiciones, ya que no presenta ningún tipo de fisura; de manera que la vulnerabilidad por este aspecto es baja. La estructura de cubierta está conformada por un entramado de correas metálicas en estado de deterioro, apoyadas directamente sobre los muros sin ningún tipo de anclaje mecánico. Las correas presentan deflexiones visibles y no se encuentran arriostradas. La vulnerabilidad por amarre de cubiertas es alta. De acuerdo con la exploración realizada con apiques se verificó el tipo de cimentación que presenta la estructura, como también la profundidad de la misma, se pudo establecer que presenta una cimentación corrida, constituida en concreto ciclópeo, a una profundidad promedio de 0.40 m. También, se pudo observar que en ciertas partes de la estructura, la cimentación se encuentra a la vista y con profundidad de desplante negativa, como se puede observar en las figuras del estudio de suelos. Esto ha generado que la estructura no presente un adecuado nivel y tipo de cimentación que garantice su estabilidad. De igual manera, se constató que los muros perimetrales están confinados con columnetas pero éstas, de igual manera, no presentan un nivel y sistema de cimentación adecuado (ver informe estudio de suelos). La vulnerabilidad por características de cimentación es alta. La topografía de la zona donde se encuentra ubicado el centro de salud es de pendiente moderada. La vulnerabilidad por entorno es media.

#### 4) Definición y diseño del reforzamiento

Dado que la edificación tiene una vulnerabilidad sísmica alta y no cumple con todas las especificaciones de la NSR – 98, es necesario hacer un reforzamiento para proporcionar un sistema de resistencia sísmica adecuado. La nueva estructura de reforzamiento debe también transmitir, de manera adecuada, las cargas actuantes al suelo de fundación.

En términos generales, se recomienda construir un sistema aporticado compuesto por



vigas y columnas que absorba la totalidad de las sollicitaciones, tanto sísmicas como las cargas gravitacionales que se generen por el uso de la estructura. Es necesario rematar los muros de culata con vigas cinta. Se recomienda hacer un reforzamiento de la cimentación consistente en la construcción de zapatas. Es necesario también hacer un reforzamiento de todos los elementos no estructurales para que no queden sueltos, con el fin de evitar, de esta manera, que se ponga en peligro la vida de los ocupantes y los transeúntes.

Los detalles y recomendaciones de reforzamiento se encuentran en los planos de reforzamiento.

## 5) Evaluación de la estructura rehabilitada

### a) Procedimiento constructivo

Es importante mencionar que por tratarse de una obra de reforzamiento y no de obra nueva, es necesario tener algunos cuidados para evitar accidentes o deteriorar las partes de la edificación que no van a ser intervenidas o demolidas.

Considerando que para realizar las obras de reforzamiento estructural como respuesta al estudio de vulnerabilidad sísmica, en el Centro de Salud San Judas Tadeo del municipio de Tópaga, no es viable suspender los “Servicios Asistenciales”, por lo que es de vital importancia, planear y coordinar la ejecución progresiva de las obras, mediante estrategias que faciliten a los operarios adelantar los trabajos de ingeniería, retirar escombros, movilizar equipos y materiales sin que exista interferencia de circulaciones con pacientes, con el personal asistencial o con el personal administrativo del centro de salud.

También, es indispensable programar los horarios en los que se puedan realizar actividades que produzcan altas vibraciones y ruidos, para evitar que se ejecuten de manera simultánea con actividades propias del centro, que impliquen alto riesgo o cuidados especiales para pacientes en estado crítico como cirugías, procedimientos de urgencia u otros.

### b) Recomendaciones generales

Establecer un programa de avance de obra que considere el desarrollo secuencial de etapas constructivas, para permitir un funcionamiento parcial de la Institución sin entorpecer sus actividades asistenciales. De lo contrario, es recomendable analizar y desarrollar un esquema de contingencia que permita el funcionamiento temporal de la Institución, en una edificación alterna que se adecue para su uso, mientras son ejecutadas las acciones de reforzamiento en la infraestructura de la edificación en uso.

Se deben seguir las especificaciones mostradas en los planos estructurales. Si se encuentran situaciones que hagan necesario cambiar los procedimientos establecidos, se debe consultar con el ingeniero diseñador. En obra se deben utilizar todos los elementos de seguridad, cerramiento y de señalización.

### c) Procedimiento general.

Para el proceso de reforzamiento del centro de salud se recomienda desmontar la cubierta existente de acuerdo con el esquema de avance de obra y el desarrollo secuencial de las etapas definidas por el constructor. Una vez realizado el desmonte parcial de la cubierta, se procederá a realizar los cortes en muros y placa de piso y la excavación pertinente para la fundación de las zapatas. Es necesario hacer una cama de recebo compactado de 10 a 15 cm de espesor en las excavaciones de las zapatas. Antes de colocar el acero de refuerzo de las zapatas, se recomienda fundir un concreto de limpieza de 2.500 PSI de 5 cm de espesor. Una vez fundido el concreto de limpieza, se procederá a colocar las parrillas y el acero de refuerzo para las zapatas, de acuerdo con los despieces que se encuentran en los planos de reforzamiento. Así mismo, realizar la unión de los elementos estructurales nuevos - zapatas y columnas - a la estructura existente - vigas de amarre de cimentación-- mediante pasadores de acero embebidos en el concreto de ambos elementos; para lo cual se recomienda usar epóxico para los anclajes tipo Sikadur gel anclaje 1A o similar.

Posteriormente, se procederá a realizar la fundición del concreto de zapatas. Secuencialmente, se iniciará el armado de refuerzo para columnas, de acuerdo con los despieces que se encuentran en los planos de reforzamiento y se fundirá el concreto para estos elementos. Una vez fraguado el concreto de las columnas, se procederá al armado y fundición de las vigas de enrase, sobre las cuales se levantarán los muros de culata en mampostería. Luego de terminada la mampostería de los muros de culata, se colocará el acero de refuerzo de las vigas cinta. También, se fundirá el concreto de las vigas cinta y, una vez fraguado, se procederá a instalar la estructura metálica para la cubierta. Para anclar la estructura de cubierta, se deben hacer perforaciones con taladro percutor en las vigas cinta, luego de que el concreto alcance como mínimo el 80% de su resistencia.

La omisión de descripciones detalladas del procedimiento de construcción en muchas de las especificaciones, refleja la suposición básica de que el contratista conoce las prácticas de construcción. Estas especificaciones fijan el estado en que debe entregar la obra y las normas que se deben cumplir, aclarando que las normas técnicas fijadas por

ICONTEC, en los capítulos de cementos, morteros y concretos, mampostería, pisos, techos, puertas y ventanas, sistemas de suministro de agua, instalaciones sanitarias, iluminación, equipo de construcción, serán de obligatorio cumplimiento para el constructor, aunque no se establezcan específicamente en este documento. Su desconocimiento no lo exime de la responsabilidad de realizar los trabajos adecuadamente.

#### 6) Ensayos y análisis de los resultados.

Para determinar la composición del perfil del subsuelo, presente en el sitio donde se construirá el puesto de salud del municipio de Tópaga, se efectuaron tres sondeos con barreno manual, hasta una profundidad máxima de 5.80 m, para identificar el tipo de material encontrado, su espesor y sus características macroscópicas. Así como las condiciones del agua subterránea, de cada una de las capas del material del subsuelo atravesado, se tomaron muestras inalteradas con tubo Shelby y alteradas en bolsa para su identificación en laboratorio y correspondiente ejecución de pruebas. Igualmente, se realizaron a profundidades intermedias, ensayos in situ para la determinación de la consistencia del terreno, utilizando el ensayo de Penetración Cónica (DCPT) y Penetración Estándar (SPT).

A la totalidad de las muestras colectadas, se les clasificó y referenció de tal manera que facilitaran, sobre las mismas, la ejecución de un programa de ensayos de laboratorio para conocer sus características geomecánicas y establecer, mediante modelos, las propiedades esfuerzo-deformación del material. El programa de pruebas de laboratorio efectuado consta de humedad natural, resistencia a la compre-

sión confinada sobre muestras inalteradas, ensayo de clasificación: Límites de Atterberg, granulometría y peso unitario del material.

Para las condiciones topográficas del área de estudio, los dos sondeos realizados se desarrollaron aproximadamente en la misma cota y, según las perforaciones realizadas, se encontró en cada sondeo un mismo tipo de material. Los horizontes que conforman el perfil del subsuelo, observado en cada uno de los sondeos de exploración, poseen características geomecánicas y de distribución dentro el perfil del subsuelo, aproximadamente uniformes, por lo que para los fines del presente estudio, pueden considerarse como perfiles promedio los que se exponen a continuación: de 0.0 hasta 1.10m (promedio) se encontró una capa de material orgánico de color café oscuro y de 1.10 m hasta la profundidad máxima de exploración de 5.80 m, se encontró un limo inorgánico arenoso de color gris con betas amarillas, consistencia baja y baja plasticidad, presenta las siguientes propiedades promedio: humedad natural %W = de 13% a 23%, límite líquido LL = 46%, límite plástico LP = 32%, cohesión no drenada = 4.66 Kg/cm<sup>2</sup>, peso unitario = 1.96 T/m<sup>3</sup> y módulo elástico 192 Kg/cm<sup>2</sup>

#### 7) Conclusiones y recomendaciones

El suelo que sirve de apoyo a la estructura corresponde según la clasificación unificada de suelos a un suelo ML, limo arenoso de baja plasticidad, color gris amarillento, consistencia dura.

El nivel de cimentación más adecuado de la estructura debe estar como mínimo a 1.00 m de profundidad, con base en la superficie actual del terreno, ya que a partir de esta profundidad se encuentra



un material de buenas características mecánicas que permite dar una mejor estabilidad a la estructura. Sin embargo, se debe verificar que toda la cimentación se encuentre en contacto con el estrato de limo arenoso antes mencionado.

Durante la labor de investigación del subsuelo no se encontró la presencia de nivel freático. Situación que fue contemplada en el análisis para el cálculo de la capacidad portante y asentamiento. Según la observación de la estructura, ésta no registra problemas de humedad; no obstante, es importante que se constate si existe la construcción de un filtro perimetral, con lo cual mejoraría la estabilidad de la construcción.

Los valores de capacidad de soporte por tener en cuenta, para el diseño estructural y de acuerdo con el nivel de fundación de los cimientos, se calcularon a varias profundidades y dimensiones de la cimentación, con el fin de que el diseñador seleccione la opción más apropiada, de acuerdo con las cargas axiales de la estructura que presenta. En caso de cargas excéntricas, es conveniente redimensionar los valores, incluyendo este efecto en el cálculo de la capacidad portante, ya que la metodología para esta situación puede cambiar con respecto a la capacidad portante, aquí evaluada.

En el sitio de la construcción, en caso de construcción de nuevas cimentaciones, con el fin de facilitar el desarrollo de la obra y mejorar el comportamiento del sistema de fundación de la estructura por la interacción de un sistema bicapa, se recomienda la colocación en el suelo de fundación, de una capa de concreto pobre con un espesor mínimo de 5 cm.

Tan pronto se realicen las excavaciones, se deberá proceder a la colocación de la capa de concreto y la construcción de los cimientos. Lo anterior, con el fin de evitar alteración de los materiales y el efecto de rebote elástico en el piso de fundación, lo cual acarrea más deformaciones del suelo de cimentación y, por consiguiente, mayores asentamientos de la estructura.

Las excavaciones se pueden realizar manual o mecánicamente y de forma vertical, sin ningún problema, deben dejarse mucho tiempo expuestas a la intemperie. Esto hasta una profundidad máxima de 1.50 m., a mayor profundidad se requerirá colocar a las paredes un sistema de apuntalamiento, para evitar posibles desprendimientos de las paredes de los cortes.

Los análisis y comentarios consignados en el presente informe corresponden a las observaciones de campo, labores de exploración del subsuelo y a resultados de laboratorio. Cualquier cambio de las condiciones expuestas en este informe y no previs-

tas, debe ser consultado con el ingeniero de suelos y establecer los correctivos o procedimientos del caso.

Se concluyó que es necesario el reforzamiento estructural de gran parte de los centros de salud municipales o definitivamente la construcción de unos nuevos que cumplan con las normas mínimas de sismo-resistencia; pero, infortunadamente no se cuenta con los recursos para desarrollar esta actividad, por lo que se plantea que la nación debe tomar medidas urgentes para apropiar partidas presupuestales específicas con el único fin de reforzar los presupuestos municipales para que se les dé un destino específico para la infraestructura hospitalaria municipal.



### III. REFERENCIAS.

- Vallecilla carlos, 2006. Líneas de influencia. Estructuras indeterminadas.
- Vallecilla carlos, 1995. La torsión en las construcciones. Universidad de la salle.
- Segura jorge, 1999. Estructuras de concreto I. universidad Nacional.