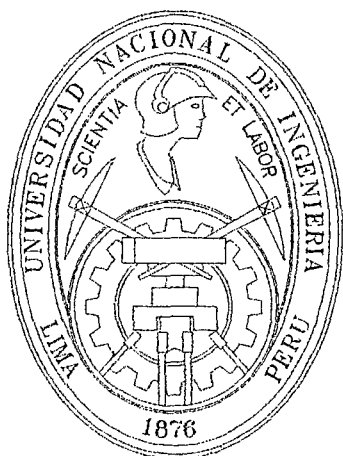


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“VULNERABILIDAD SISMICA DE CENTROS EDUCATIVOS  
EN EL DISTRITO DEL RÍMAC Y ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO  
PARA EL REFORZAMIENTO DEL C. E. N° 3006”**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de :**

**INGENIERO CIVIL**

**DANNER ALEKSEI JUAPE CHAMAYA**

**Lima - Perú**

**Digitalizado por:**

**2005**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

*Mi profundo agradecimiento:*

*Al Dr. Ing<sup>o</sup>. Javier Arrieta Freyre por sus sabios y atinados consejos que me supieron encaminaron correctamente en la culminación de la presente investigación.*

*Al Ing<sup>o</sup>. Rafael Salinas por las ideas impartidas para superar las dificultades que en algún momento se presentaron.*

*Al Departamento Académico de Construcción y a la "Facultad de Ingeniería Civil" por el apoyo durante mi formación profesional.*

*A mis compañeros e Investigadores del "Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres" por el apoyo en algunas etapas del presente trabajo de investigación.*

*La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la gran motivación que personifican mis padres, José Domingo y Natalina, ellos a base de esfuerzos y sacrificios llegaron a cristalizar mi ideal de ser un profesional de sólidos principios y valores; ellos siempre han estado y están en el momento preciso, queridos papás en este trabajo también participaron y mucho*

*Un agradecimiento especial a mis padrinos Rosa y Asunción su constante apoyo y preocupación durante la formación de mi carrera profesional y en la culminación del presente trabajo.*

*A mis hermanos Nancy, Janet y Jony que siempre han estado conmigo y que han sido participes de que pueda culminar el presente estudio. También mi sincero agradecimiento a Gabriel Santos y Héctor Vera por su constancia y gran apoyo.*



*A mi primos José Navarro y Javier Díaz, por el apoyo brindado y sus consejos que me servirán durante el desarrollo de mi vida profesional.*

*Con mucho cariño dedico este trabajo a toda mi familia  
y para mis queridos sobrinos Laura Sofía y Daniel  
Alejandro.*

## INDICE

RESUMEN	01
---------	----

INTRODUCCION	02
--------------	----

### CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Filosofía sobre manejo de desastres naturales	05
1.2 Desastres y pérdidas ocasionadas por fenómenos naturales	08
1.3 Sismicidad	
1.3.1 Fuentes de origen de los sismos	08
1.3.1.1 Teoría sobre la deriva de los continentes	08
1.3.1.2 Sismos subducción	11
1.3.1.3 Sismos superficiales	14
1.3.2 Propagación de ondas sísmicas	15
1.3.3 Efecto de las condiciones locales del suelo, ante movimientos sísmicos	17
1.3.4 Conceptos sobre microzonificación sísmica	17

### CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Riesgo sísmico	19
2.1.1 Evaluación de la amenaza	21
2.1.2 Análisis de la vulnerabilidad	22
2.1.3 Estimación del riesgo	23
2.2 Vulnerabilidad física	24
2.2.1 Vulnerabilidad estructural	24
2.2.1.1 Daños estructurales	26
2.2.1.2 Problemas de configuración arquitectónica	27
2.2.1.3 Problemas por configuración estructural	30
2.2.2 Vulnerabilidad no-estructural	38
2.2.2.1 Elementos no estructurales	39

2.3 Vulnerabilidad funcional	39
2.4 Vulnerabilidad social	40
2.5 Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica	41
2.5.1 Métodos cuantitativos	41
2.5.2 Métodos cualitativos	59

### **CAPITULO III: VULNERABILIDAD DE CENTROS EDUCATIVOS EN EL DISTRITO DEL RIMAC**

3.1 Historial sísmico	64
3.2 El distrito del Rímac	72
3.2.1 Datos generales del distrito	72
3.2.2 Reseña histórica	74
3.2.3 Historial sísmico en el distrito	82
3.2.4 Estudios ingenieriles	84
3.2.4.1 Estudio geotécnico	84
3.2.5 Estadísticas del distrito	91
3.2.5.1 Demografía	91
3.2.5.1.1 Condición de la vivienda	92
3.2.5.1.2 Población económicamente activa (PEA)	92
3.2.5.1.3 Población con discapacidad	93
3.2.5.2 Educación	94
3.2.5.2.1 Nivel de educación en el distrito	94
3.3 Estudio cualitativo de la vulnerabilidad	96
3.3.1 Fichas de levantamiento de información	96
3.3.2 Trabajo de campo	105
3.3.2.1 Total de centros educativos en el distrito	105
3.3.2.2 Tipologías estructurales que presentan los centros educativos	106
3.3.3 Clasificación de centros educativos inspeccionados	175
3.3.3.1 Construcciones ingenieriles	
3.3.3.2 Construcciones no-ingenieriles	
3.3.4 Principales defectos que se presentan en las construcciones de concreto armado y albañilería	178
3.3.5 Estimación de la vulnerabilidad sísmica con el método cualitativo ATC-21	179
3.3.6 Selección del centro educativo más crítico	181

## **CAPITULO IV: ESTUDIO CUANTITATIVO DEL CENTRO EDUCATIVO**

### **MÁS CRÍTICO**

4.1 Memoria descriptiva	186
4.2 Características de los modelos estructurales adoptados	189
4.3 Análisis estructural	193
4.3.1 Parámetros de diseño sísmico	193
4.3.2 Combinaciones de carga	195
4.3.3 Análisis sísmico estático	196
4.3.4 Análisis dinámico	200
4.4 Comportamiento dinámico de los modelos estructurales	203
4.4.1 Periodos de vibración	203
4.4.2 Factores de participación modal	205
4.4.3 Análisis de desplazamientos y distorsiones	206
4.5 Análisis comparativo de demanda y resistencia sísmica	210
4.6 Determinación de la vulnerabilidad	217
4.7 Estimación del riesgo sísmico	218

## **CAPITULO V: EXPEDIENTE TECNICO DE REFORZAMIENTO DEL**

### **CENTRO EDUCATIVO MÁS CRÍTICO**

5.1 Introducción	224
5.2 Característica de la estructura	224
5.3 Bases para la evaluación	225
5.4 Observaciones en campo	225
5.5 Hipótesis de análisis	225
5.6 Rigidización de la estructura Módulo Piba-87	226
5.7 Comportamiento dinámico del Módulo Piba-87	226
5.8 Elaboración del expediente técnico de reforzamiento	230

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFIA - REFERENCIAS**

## **ANEXOS**

## **RESUMEN**

El presente trabajo contiene conceptos sobre sismicidad y definiciones de las principales metodologías cualitativas y cuantitativas que se utilizan en la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones tales como la metodología del ATC-21.

Para recopilar información de los centros educativos del distrito del Rímac se inspeccionó cada uno de ellos y se utilizó una ficha de inspección tipo encuesta. De todos los establecimientos inspeccionados, se eligió uno de entre los más críticos para realizar un análisis cuantitativo (más detallado). En este análisis se utiliza el programa ETABS 8.2.7, para el modelamiento matemático de las estructuras y de este modo estudiar el comportamiento de las estructuras frente al espectro de respuesta de un sismo que establece la Norma E.030-2003; con los resultados obtenidos se realiza un análisis Demanda-Resistencia, para determinar la Vulnerabilidad Sísmica.

Teniendo como resultado la vulnerabilidad de una de las edificaciones, se propone una opción de reforzamiento con la inclusión de placas de concreto armado en la estructura y se realiza un nuevo análisis para la estructura reforzada.

Finalmente se elabora un Expediente Técnico de Reforzamiento en el cual se presentan las especificaciones técnicas y el costo del mismo.

También se han realizado análisis de costos unitarios para la reparación de fisuras que puede presentar una estructura para una distorsión de entrepiso determinada, ante un evento sísmico que establece la Norma.

## **INTRODUCCION**

Los Centros Educativos así como cualquier edificación existente, están expuestos a sufrir graves daños en su infraestructura, ante la ocurrencia de fenómenos naturales intensos, en particular los de origen sísmico.

Las costas occidentales de América, zona donde se encuentra el Perú, son zonas de alta sismicidad y están dentro del Cinturón de Fuego Circumpacífico, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan al planeta. Dentro de este contexto las edificaciones de Lima se encuentran en una zona de constante y alta acción sísmica, motivo por el cual es importante realizar *estudios de vulnerabilidad sísmica*, de edificaciones considerando la *Norma Peruana de Diseño Sismo Resistente del 2003* [14]. Esta norma categoriza a las edificaciones escolares como esenciales, cuya función no debe ser interrumpida inmediatamente después de ocurrido un sismo, por estar destinadas a servir de refugio temporal, ante eventos catastróficos.

En los últimos años en el país, muchas edificaciones escolares han sufrido daños a causa de sismos intensos, por ejemplo el sismo ocurrido en Nazca en 1996 y en Arequipa en el 2001, que ocasionaron daños estructurales irreparables que causaron el colapso en estas edificaciones.

Actualmente, existen edificaciones cuya época de construcción data de la década de 1960, donde éstas han sido construidas sin un diseño sismo resistente y que fueron diseñadas solamente para atender cargas de gravedad. Ante esto surgen dudas, con respecto a la seguridad que ofrecen estas edificaciones para la atención durante de una emergencia.

Ante lo expuesto, los estudios de microzonificación sísmica conducen al suministro de información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas causadas por las condiciones locales y otros fenómenos naturales; también hace conocer las limitaciones y exigencias que servirán para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras. La necesidad de realizar estos estudios está asociado con el planeamiento del uso de tierras

en áreas urbanas, con la determinación de los factores de diseño sismo-resistente de estructuras, que son factores que dan seguridad a la vida humana y a la propiedad; así mismo permiten la evaluación de pérdidas económicas que se pueden generar por futuros eventos extremos debido a la vulnerabilidad de las edificaciones y obras de ingeniería.

Para realizar estudios de Vulnerabilidad Sísmica existen metodologías denominadas Cualitativas y Cuantitativas; las primeras se utilizan para estimar la Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones a gran escala y las otras se utilizan cuando se requiere un estudio más detallado. Se han realizado estudios de Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales de Lima [20], [21]; utilizando diferentes metodologías para llegar a cuantificar daños de las estructuras, tales como el método de HIROSAWA [14], la metodología del ATC 21 de USA, y el método italiano del INDICE DE VULNERABILIDAD [13].

Con estas metodologías se han realizado numerosos estudios en USA, Europa y algunos en la región latinoamericana, por ejemplo en la ciudad de Cali Colombia donde se aplicó una adaptación del método italiano. En el CISMID de la FIC-UNI, ya se han propuesto estudios en esta línea de investigación.

En el 2001 una Directiva dada por el Ministerio de Educación a las USE solicita y autoriza realizar estudios de Vulnerabilidad Sísmica de los centros educativos de Lima, entre ellos los del Rímac.

El trabajo de investigación que aquí se presenta tiene como objetivo estimar la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos del distrito del Rímac frente a eventos sísmicos por medio de un análisis cualitativo. La construcción de edificaciones escolares en zonas de alta intensidad sísmica (tales como en la ciudad de Lima) requieren de un costo elevado, lo cual hace imperativo reforzar las existentes.

A partir de la identificación y selección del centro educativo más vulnerable, se procederá a un análisis cuantitativo para determinar analíticamente el grado de vulnerabilidad estructural y elaborar un expediente técnico de reforzamiento.

Un objetivo secundario se logra al comparar la validez de los diversos métodos de evaluación cualitativa.



El Capítulo I de ésta tesis, presenta conceptos concernientes a los desastres naturales en general y las pérdidas ocurridas como consecuencia de éstos [1]; se hace referencia a los términos de sismicidad; el fenómeno de propagación de las ondas sísmicas [4]; el comportamiento del suelo al producirse éstos eventos y se trata sobre los estudios de microzonificación sísmica.

Los conceptos de Riesgo Sísmico se tratan en el Capítulo II así como los diversos conceptos sobre vulnerabilidad relacionados al tema de tesis; se presenta el desarrollo de algunas metodologías existentes en la bibliografía consultada para la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad estructural ante eventos sísmicos.

En el Capítulo III, se examina la sismicidad histórica en el Perú [2], [6], principalmente los sismos ocurridos en la ciudad de Lima y que comprende el distrito del Rímac; se menciona sus consecuencias sobre la zona de estudio y se hace una presentación general del distrito; Igualmente se detalla el desarrollo del estudio cualitativo que se llevó a cabo en los establecimientos escolares del distrito, y se identifica el caso más crítico sobre el cual se realizará una evaluación más detallada.

El estudio cuantitativo del establecimiento más crítico se desarrolla en el Capítulo IV, donde se hace una descripción de los Modelos Matemáticos adoptados, tomando en cuenta los elementos estructurales y no estructurales. *Se determina la Demanda en términos de esfuerzos y distorsiones máximas*, debida a la respuesta sísmica de los modelos en cada caso. Finalmente se hace una comparación entre Demanda y Resistencia de la estructura, para la determinación de la vulnerabilidad sísmica [14].

Finalmente en el capítulo V, como resultado de todo lo anterior, presenta el expediente técnico de reforzamiento del Centro Educativo anteriormente analizado, conteniendo los procedimientos constructivos y el costo para la realización del mismo.

Dicho documento será entregado al Ministerio de Educación, como una contribución de la Universidad a los esfuerzos que se hacen para proteger a los estudiantes e infraestructura.

Las conclusiones presentan los aportes logrados en el desarrollo del estudio. Las referencias a la bibliografía consultada se señalan entre corchetes y se presentan al final del estudio.

# CAPITULO I:

## GENERALIDADES

En este capítulo se presentan las acciones a tener en cuenta luego de ocurrido un fenómeno natural y las pérdidas ocasionadas por estos fenómenos. Se presentan los conceptos básicos sobre sismicidad, propagación de ondas sísmicas, el efecto de las condiciones locales de suelo y microzonificación sísmica.

### **1.1 Filosofía sobre el manejo de desastres naturales**

Siempre se habla de eventos naturales, ¿pero cuando se considera a uno de estos eventos como desastre? La Oficina de Coordinación de las Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastres (UNDRO), considera que para que la acción de un evento natural sea considerada como un desastre mayor, se debe dar una situación que implique, al menos una pérdida de 10 vidas humanas y/o una pérdida de 10 millones de dólares americanos.

Entre los fenómenos naturales que se consideran potencialmente devastadores tenemos:

1. Terremotos
2. Erupciones volcánicas
3. Huracanes
4. Lluvias torrenciales

A estos últimos se les asocia eventos de acción consecutiva tales como, deslizamientos de lodo o inundaciones; estas últimas pueden ser invasión marina, por precipitaciones o ambas.

Existen otros acontecimientos cuyos efectos cobran fuerza a más largo plazo, pero en muchas ocasiones, representan pérdidas mayores y más difíciles de cuantificar, tal es el caso de las sequías.

El hombre cada vez es más vulnerable frente a estos eventos naturales debido a los siguientes factores [1]:

1. Acelerado crecimiento y concentración de la población sobre las áreas urbanas especialmente en países del tercer mundo
2. Degradación del medio ambiente
3. Ausencia de políticas efectivas para la mitigación de los desastres naturales
4. Falta de un ordenamiento territorial en forma planificada
5. Existencia de infraestructura civil e industrial en zonas de alto riesgo

Ante esto que mejor ejemplo que el vivir a diario y conocer la realidad de nuestro país, por ejemplo las edificaciones que colapsaron el distrito de el Agustino (Lima-Perú), asentadas sobre galerías de antiguas explotaciones mineras, es un claro ejemplo de que la infraestructura se ha ubicado en una zona donde hace 4 años atrás se consideró como altamente riesgosa. Este hecho ilustra que al no existir una política efectiva de prevención se puede llegar a grandes pérdidas económicas y arriesgar la vida de miles de personas.

Por tanto, los efectos de los fenómenos naturales además de su enfoque humanitario y social, adquieren cada vez más una connotación profundamente económica, que en el caso de muchos países en desarrollo, provocan reducciones estrepitosas del producto nacional bruto, echando por tierra todos los planes económicos a corto y mediano plazo, e impidiendo un progreso sostenible. Por lo general, los gobiernos de estos países se concentran en las medidas de socorro y olvidan la etapa de preparación previa que es la más importante. Por ejemplo en el caso de Perú, el Fenómeno de El Niño en 1998, produjo pérdidas incomparablemente superiores a cualquier error vinculado a una correcta evaluación o interpretación de impacto ambiental.

En el proceso de mitigación de desastres naturales, es esencial la combinación de la prevención (actividades de evaluación técnicas: como programas a largo plazo medidas y normas constructivas, estudios aplicados, información, etc.) y la

planificación (planeamiento logístico, planes de emergencia, legislación, medidas financieras, pronósticos, etc.)

La planificación para el caso de desastres comienza por la identificación y comprensión del peligro natural, que se entiende como la probabilidad de que se produzca, dentro de un periodo y una zona determinada, un evento potencialmente dañino.

El análisis debe continuar con el cálculo y evaluación de la *Vulnerabilidad*, que es el grado de pérdida del desempeño de un elemento o un conjunto de elementos en riesgo (población, edificaciones, servicios, etc.) y finalmente obtener el *Riesgo* propiamente dicho, o sea, el número previsto de pérdidas de víctimas, lesionados, daños a la propiedad y perturbación de las actividades económicas.

Resulta imprescindible comprender debidamente la posible naturaleza de diferentes escenarios en los desastres, como única vía para delinear planes efectivos.

Es importante resaltar o mencionar que en casi todos los países tercermundistas puede darse que cuando el país pasa por una situación de emergencia, los eslabones del sistema de coordinación, con los diferentes mandos de Defensa Civil se rompen fácilmente, y el resultado es un desastre, con efectos magnificados.

El manejo de desastres comprende a las decisiones político administrativas y actividades operacionales relacionadas a las diversas etapas de desastres en todos sus niveles.

### 1.1.1 Clasificación de los fenómenos naturales

A continuación se presenta una clasificación de los fenómenos naturales:

#### 1. Geodinámica interna:

- Sismos
- Maremotos (Tsunamis)
- Actividad Volcánica

#### 2. Geodinámica externa:

- Deslizamientos
- Aludes

- Huaycos
  - Incendios
3. Hidrometereológicos:
- Inundaciones
  - Sequías
  - Granizadas

Dentro de todo este contexto se hace un enfoque en los siguientes capítulos de los principales efectos producidos por la ocurrencia de fenómenos naturales.

## 1.2 Desastres y pérdidas ocasionados por fenómenos naturales

Los desastres naturales además de causar numerosas víctimas humanas y estados de trauma en los sobrevivientes, imponen descomunales pérdidas económicas. En el año 2,000 probablemente pasó de los 50 mil millones de dólares de pérdidas en todo el mundo [1].

La región de América Latina y el Caribe ocupa el segundo lugar después de Asia en cuanto a frecuencia de ocurrencia de desastres; se tiene un promedio de 40 desastres importantes por año. Esto ha tenido como consecuencia la pérdida de más de 45,000 vidas humanas, 40 millones de damnificados y daños económicos que superan más de los US\$ 20,000 millones. Para la región esto significa un obstáculo serio para su desarrollo económico y social, motivo por el cual hay que adoptar medidas para mitigar los impactos de dichos desastres.

## Sismicidad

### 1.2.1 Fuentes de origen de los Sismos

#### 1.2.1.1 Teoría acerca de la Deriva de los Continentes

Hasta antes de los años 60, subsistían interrogantes para las que no existían respuestas satisfactorias. Por ejemplo, la teoría de la **Deriva de los Continentes**, propuesta por el meteorólogo alemán Alfredo Wegener en 1912, sostenía que la Tierra en sus comienzos, hace 200 millones de años aproximadamente, los continentes formaban una gran masa única, denominada **Pangea [4]** (FIG. N° 1.1), que luego esta gran masa se fraccionaría hasta llegar a formar lo que son actualmente los diversos continentes. Wegener baso su teoría en la continuidad

biológica del pasado remoto, pues los restos fósiles encontrados en continentes muy alejados entre si y con climas muy diferentes en la actualidad, indican que la vida animal y vegetal había sido muy similar en aquella época. Otro hecho que llamo notablemente su atención fue la semejanza del contorno de la costa occidental de África y la costa oriental de Sudamérica. Resultados posteriores confirmaron la propuesta de Wegener puesto que se encontró continuidad geológica entre África y Sudamérica.

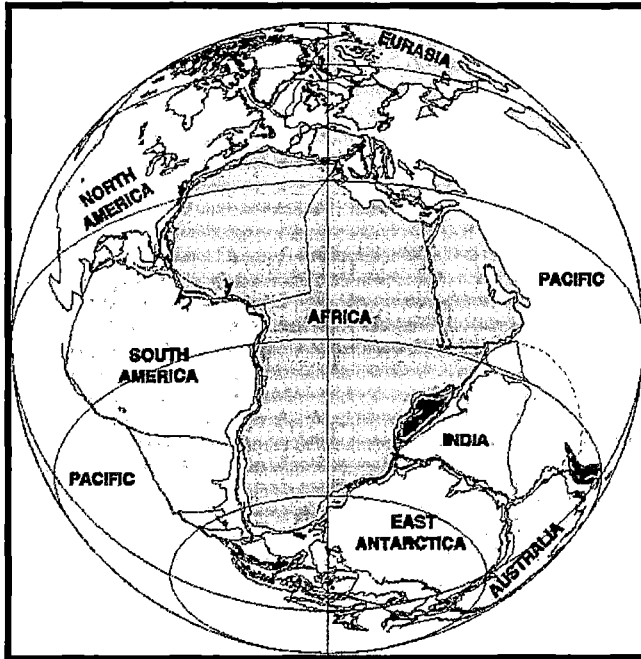


FIG. N° 1.1: Pangea único continente hace más de 200 millones de años.

Fuente: UT Institute for Geophysics, TEXAS, (www.ig.utexas.edu)

FIG. N° 1.2: Los continentes en la actualidad



Fuente: UT Institute for Geophysics, TEXAS, (www.ig.utexas.edu)

Se encontró así mismo que los océanos están surcados por cadenas de montañas de cerca de 80 000 Km. de longitud, a las que llamó **Dorsales Oceánicas** [4], de las cuales la que más llamó la atención fue el tramo dorsal Centro-Atlántica, que parece hacer gran esfuerzo para mantenerse equidistante entre las costas de las Américas y las de Euro-África.

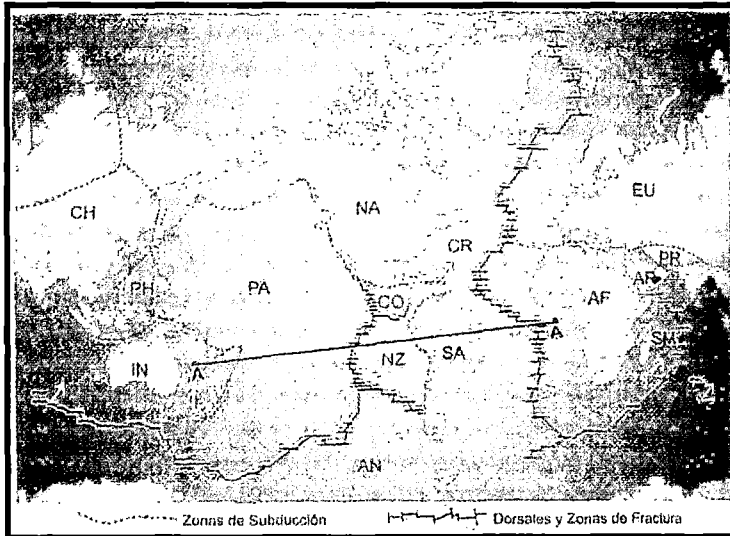
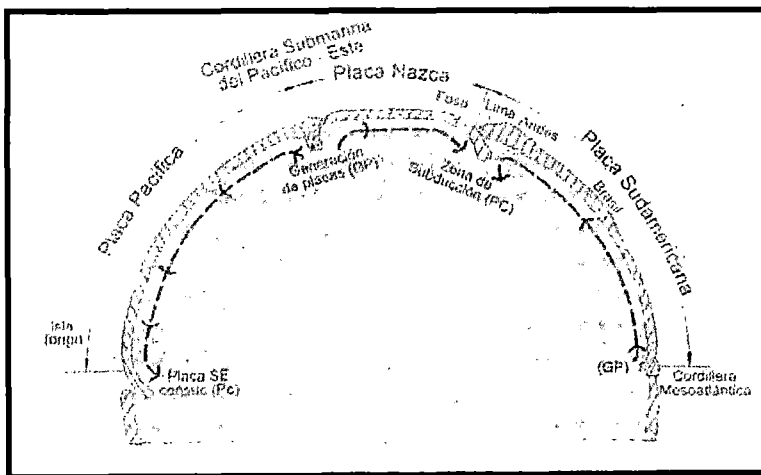


FIG. N° 1.3: Las Dorsales oceánicas y las zonas de subducción.

Fuente: Kuroiwa Julio, "Reducción de Desastres"

FIG. N° 1.4: Corte A-A que se muestra en la Fig. 1.3, se observa el movimiento convectivo de la parte superior del manto que arrastra las placas



Fuente: Kuroiwa Julio, "Reducción de Desastres"

Dentro de todo este contexto, se formulaba otras interrogantes [4]: ¿porque los sismos sólo se producen en angostas franjas de la Tierra? ¿Por que en algunos de sus tramos sólo se producen sismos superficiales (menos de 60Km. de profundidad), mientras que en otros se producen sismos profundos (hasta

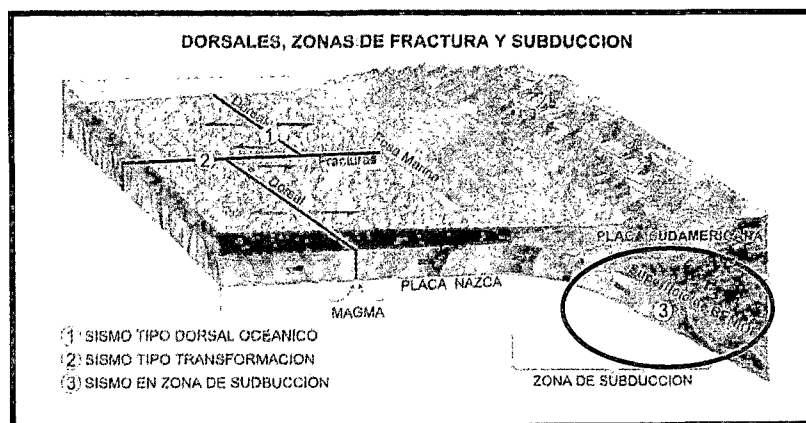
700Km.)? ¿Por que los sismos se producen en estos últimos lugares en un plano inclinado? e incluso, si los sismos se producen por la introducción de placas en el manto, ¿que fuerzas son las que provocan este fenómeno?

Ante estas interrogantes, la teoría del **Rebote Elástico** propuesta por Reid en 1910 después del terremoto de San Francisco de 1906, afirma que cuando una parte de la superficie terrestre se desplaza de manera continua respecto a una zona adyacente, las masas de roca se distorsionan y acumulan energía, pero al llegar a su límite de resistencia, se produce la ruptura.

### 1.2.1.2 Sismos Subducción

Dentro de los estudios en la zona de Subducción, se concluye que la tierra está constantemente generando nueva corteza, además esta corteza va a constituir los fondos oceánicos e igualmente va a consumirse. Se sabía que los sismos profundos, hasta de 700km, se producen sólo en determinadas zonas de la Tierra, las cuales se caracterizan por tener una fosa marina profunda, paralela a un arco insular o al borde de un continente conformado por cordilleras de reciente plegamiento. En estos lugares, los sismos se producen en una zona inclinada, **los más superficiales en la cercanía de la fosa y los más profundos hacia el arco insular o hacia el continente**. Benioff estudio este tipo de estructura geológica en las costas de Perú y Chile. Es por eso que como reconocimiento a sus investigaciones se llama a esa zona inclinada **Superficie de Benioff**.

FIG. N° 1.5: Tipos de sismos según su forma de generación.  
Zona de Benioff (círculo).



Fuente: Kuroiwa Julio, "Reducción de Desastres"



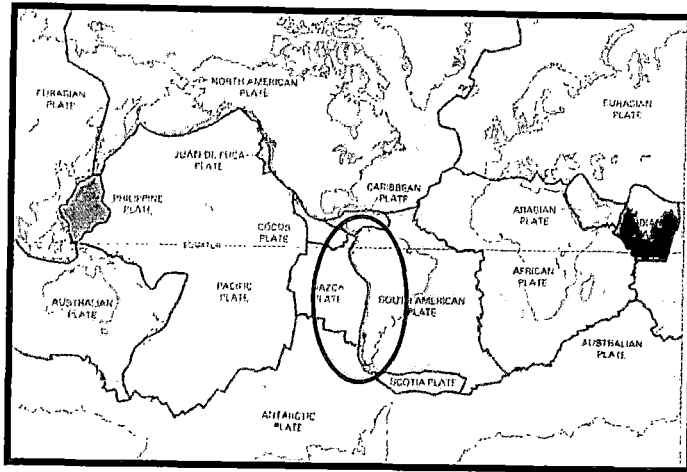
En 1966, Oliver e Isacks, estudiando con mucha precisión la ubicación de los focos de los sismos profundos que ocurren en la zona de Tonga, ubicados unos 15° al noroeste de Nueva Zelanda, determinaron que estos ocurrían en una zona de 50km de espesor que se profundizaba hacia el oeste; midiendo con mucha exactitud la velocidad así como las formas de las ondas sísmicas a través de diferentes trayectorias, concluyeron que la zona inclinada no es sino la placa oceánica rígida penetrando oblicuamente en un material blando. Además mediante radiografías del interior de la Tierra se habían detectado donde y como se consumían las placas oceánicas. A estas zonas se les llama **Zonas de Subducción o de Compresión (Fig. N° 1.5)**, es en estos lugares se generan las **fuerzas orogénicas**, es decir, las que forman las montañas. Además por esta fractura en la superficie terrestre, causada por la penetración de la placa oceánica asciende el magma, formándose así los volcanes, tanto a lo largo de las cordilleras “jóvenes” como en los arcos insulares.

En las **zonas de subducción**, las placas acumulan energía al introducirse una por debajo de la otra, la energía reacumula por décadas o siglos, por ejemplo el caso de la placa oceánica Nazca, que se introduce bajo la placa continental Sudamericana, frente a Perú a razón de 9cm/año, esta velocidad ha sido medida con mediciones satelitales muy precisas. Esta acumulación de energía provoca la ruptura de grandes volúmenes de roca, lo que genera terremotos de gran magnitud (más de 8).

El avance mas significativo de los geofísicos que se ha obtenido es la comprensión, en términos físicos, de las causas y de que manera se acumula energía en zonas muy restringidas de la tierra y como ocurren los diferentes tipos de sismos.

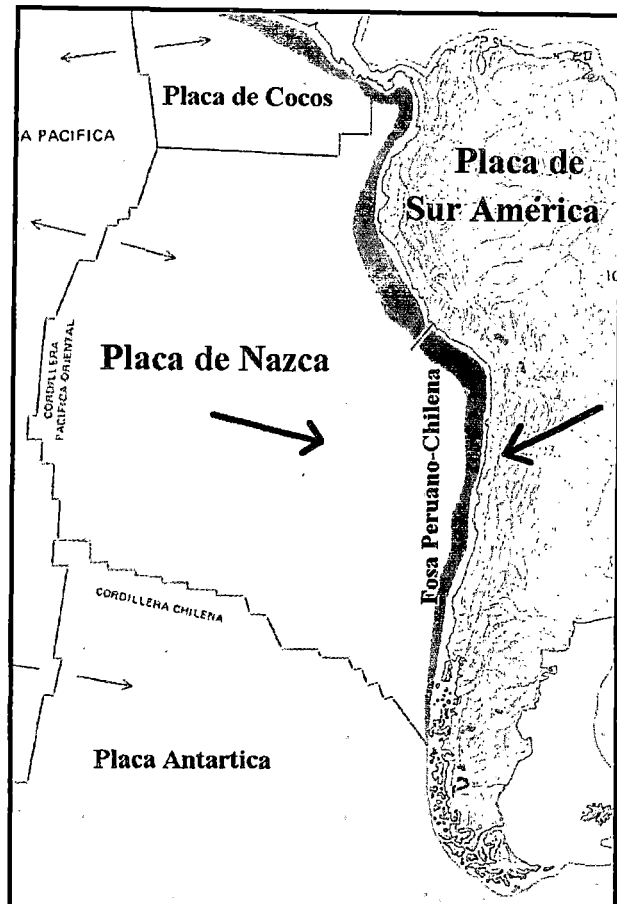
La comprobación de que las placas oceánicas se generan en las dorsales y se consumen en las zonas de subducción y la ubicación precisa de los sismos que ocurren en el mundo, ha llevado a la conclusión de que la superficie de la tierra esta conformada por doce placas; seis de las de mayores dimensiones: **Pacífica (PA)**, **Norteamericana (NA)**, **Sudamericana (SA)**, **Eurásica (EU)**, **Antártica (AN)** e **Indo-australiana (IN)**; y las otras seis de menores dimensiones **Nazca (NZ)**, **Cocos (CO)**, **Caribe (CR)**, **Filipinas (PH)**, **Somalia (SM)** y **Arábica (AR)**.

FIG. N° 1.6: Distribución de placas tectónicas, en detalle las placas de Nazca y sudamericana



Fuente: Origen de los terremotos, Jaime Laffaille (www.celeste.ciens.ula.ve)

FIG. 1.6-a: detalle círculo figura anterior, vista de los movimientos relativos de las Placas en América del Sur.



El conjunto de las grandes zonas de subducción en los sectores de las orillas de la cuenca del Pacífico, y otras, como en California, donde se ubica la falla de San Andrés, integran el **Cinturón de Fuego Circunpácifico**, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan al planeta [4]. Este cinturón se

origina en el sur de Chile, pasa por las costas del Pacífico Sur, Centro y Norteamérica, de las islas Aleutianas sigue a la península de Kamchaca en Rusia, baja al Japón, Filipinas, las islas al norte de Australia y termina en Nueva Zelanda.

Por ende las costas occidentales de Sudamérica, Centro y Norteamérica tienen una alta sismicidad ya que se ubican en el círculo Circumpacífico.

### 1.2.1.3 Sismos Superficiales

En el borde donde se generan las placas y cerca al mismo, ocurren dos tipos de sismos superficiales; el primero debido al tipo de falla normal llamado **Dorsal Oceánica**, que es causada por la tensión de las placas separadas en direcciones opuestas y que genera sismos de pequeña magnitud, acompañados de actividad volcánica; y el segundo que ocurre a lo largo de las fracturas, ocasionado por el corrimiento de las fracturas transversales, este es llamado **Transformación**, produce movimiento relativo horizontal a ambos lados de la fractura (Strike Slip); la conocida falla de San Andrés que atraviesa el estado de California en los Estados Unidos es de este tipo. Los sismos que se producen en su mayoría son de magnitud intermedia, alrededor de 7 en la escala de Richter [4], pero son muy destructivos por ser muy superficiales, llegando algunas veces a producirse corrimientos visibles de la falla. También ocurren sismos de magnitud 8 aunque con poca frecuencia, por ejemplo el terremoto de San Francisco, California, de 1906, donde hubo una gran destrucción que alcanzó grandes extensiones.

También se dan los llamados **sismos intraplaca**, es decir que no ocurren precisamente en los sectores donde las diferentes placas entran en contacto, sino en el interior mismo de las placas, por ejemplo la falla de **Quiches**, ubicada a unos 340km al NE de Lima, que produjo en 1947 el terremoto de Sihuas, Ancash, con un salto predominante vertical que llegó a 3m.

FIG. N° 1.7: Falla de Quiches, salto vertical de unos 3m  
Ancash, Perú. Sismo 1947.



Fuente: Kuroiwa Julio, "Reducción de Desastres"

### 1.2.2 Propagación de ondas sísmicas

Cuando se produce un sismo, la energía sísmica liberada desde el foco u origen se irradia tridimensionalmente en todas las direcciones en forma de *ondas sísmicas*. Éstas al atravesar diversos medios se reflejan o se refractan y vuelven a generar diferentes tipos de ondas, siendo las principales, las ondas de cuerpo: primarias ó dilatantes (P), secundarias de corte o distorsionales (S); y las superficiales: Love (L) y Rayleigh (R). Las ondas de cuerpo se generan en el proceso de ruptura y viajan por el interior del medio sólido; y las superficiales se producen cuando las ondas P y S sacuden las capas superficiales de la corteza, después que emergen del foco a la superficie.

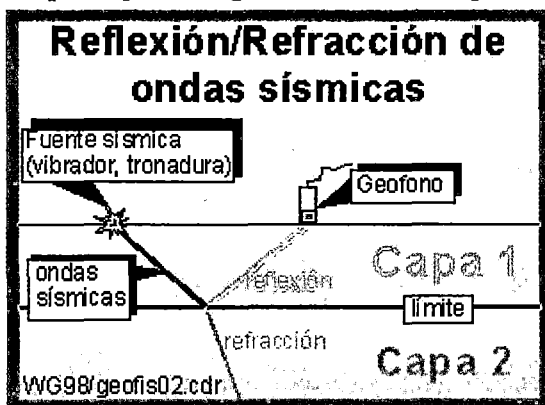


FIG. N° 1.8: Paso de ondas sísmicas por diversos medios

Las ondas "P" también son conocidas como ondas de compresión y son las más rápidas, sus partículas oscilan en la dirección de propagación de la onda; las ondas "S" conocidas también como transversales son un poco más lentas que las

primarias, llegan un poco más tarde a la estación de observación pero son portadoras de la mayor cantidad de energía que se irradia; en estas ondas polarizadas se distingue las ondas “SH”, cuyas partículas oscilan en el plano horizontal y las ondas “SV”, cuyas partículas oscilan en el plano vertical; las partículas oscilan en un único plano perpendicular a la dirección de propagación. Las diferencias en las velocidades se usan en la medición de temblores y terremotos. La diferencia entre la llegada de la onda “P” y la onda “S” ( $\Delta t$ ) tiene relación con la distancia del foco, es decir, si  $\Delta t$  es grande, el foco es muy lejano, porque la onda “P” se propaga más rápido.

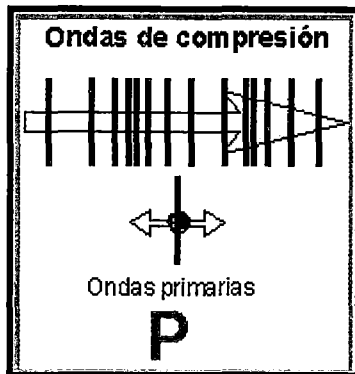
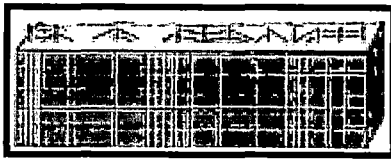


FIG. N° 1.9: Ondas P

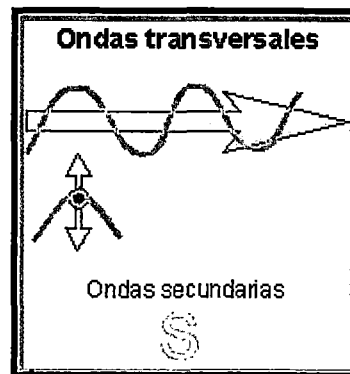
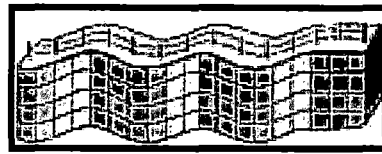


FIG. N° 1.10: Ondas S

Fuente: <http://www.ssn.unam.mx/SSN/Doc/Sismo85/sismo85-2.htm>

Las ondas love (L), se generan cuando las partículas vibran en una trayectoria elíptica en un plano horizontal; y las ondas Rayleigh (R), cuando las partículas vibran en una trayectoria elíptica contenida en un plano vertical. Estas ondas superficiales son más lentas que las “P” y “S”.

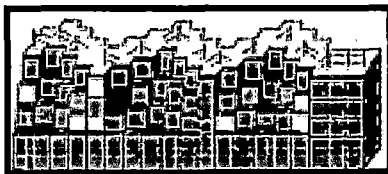


FIG. N° 1.11: Ondas love (L)



FIG. N° 1.12: Ondas Rayleigh (R)

Fuente: <http://www.ssn.unam.mx/SSN/Doc/Sismo85/sismo85-2.htm>

### 1.2.3 Efecto de las condiciones locales del suelo ante movimientos sísmicos

Es muy reconocido desde tiempos atrás que las condiciones locales del suelo pueden tener un gran efecto en el daño causado por un terremoto. Por ejemplo tales efectos fueron muy evidentes en el gran terremoto de Lisboa en 1755 y en casi todos los grandes terremotos que afectaron ciudades grandes. El efecto de las condiciones del suelo en el daño durante el terremoto de San Francisco de 1906 fue muy reconocido en los estudios de dicho evento. Este tópico recibió considerable atención después del terremoto de Kanto (Tokio) de 1923.

El efecto de las condiciones locales del suelo en el daño producido por los terremotos no es un problema nuevo. Las normas sismo-resistentes de la mayoría de los países específicamente requieren resistencias sísmicas diferentes para condiciones de suelo distintas.

La mayor parte del daño de terremotos a las edificaciones construidas sobre suelos malos resulta de la falla parcial o total del suelo. Tales fallas incluyen: asentamientos de diques en ríos, falla de estructuras de retención en las riberas, grandes deslizamientos, asentamientos y fallas en la cimentación. Muchas de estas fallas fueron causadas por la licuación total o parcial de depósitos granulares sueltos y saturados. La posibilidad de tales fallas en un sitio específico requiere de un estudio especial por expertos.

### 1.2.4 Conceptos sobre microzonificación sísmica

Se define como microzonificación sísmica a los estudios multidisciplinarios, que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuefacción de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre un área de interés; estos conducen al suministro de información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas causadas por las condiciones locales y otros fenómenos naturales. También hace conocer las limitaciones y exigencias en el desempeño de las estructuras que son objetivos de los estudios y que servirán para el diseño y construcción seguros de estas obras.

Con este propósito, datos de geología, sismología, evaluación de daños sísmicos pasados, topografía, geotecnia, medición de parámetros dinámicos del suelo, etc. son recopilados, procesados y comparados para identificar las áreas de una

ciudad susceptible de ser afectada en diferentes niveles debido a la respuesta dinámica del suelo, bajo la acción de un sismo.

La necesidad de realizar estos estudios está asociado con el planeamiento del uso de tierras en áreas urbanas, con la determinación de los factores de diseño sismo-resistente de estructuras, que son factores que dan seguridad a la vida humana y a la propiedad. Sirven igualmente en la evaluación de pérdidas económicas que se puede generar por futuros eventos sísmicos debido a la vulnerabilidad de las edificaciones y obras de ingeniería.

Para el caso de Perú particularmente, la Norma E.030 considera que son indispensables los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Complejos industriales o similares.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

Según la norma anteriormente mencionada los resultados de estos estudios serán aprobados por la autoridad competente, quien puede solicitar informaciones o justificaciones complementarias si el caso lo considere necesario.

## **CAPITULO II:**

# **MARCO TEORICO**

Este capítulo está destinado al desarrollo de conceptos que propiamente se refiere a la vulnerabilidad sísmica. Primeramente se define el concepto de Riesgo sísmico y los diversos aspectos asociados. También se presentan algunas metodologías existentes cuya finalidad es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y se aplica específicamente a edificaciones esenciales del tipo hospitales o centros educativos.

### **2.1 Riesgo sísmico**

El impacto de los desastres en las actividades humanas ha sido un tema tratado en los últimos años en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversos especialistas que han definido sus componentes en forma diferente, aunque en la mayoría de los casos de una manera conceptual similar. La Oficina del Coordinación de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastres (UNDRO), en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en los últimos años (UNDRO 1979). Entre otros conceptos, el reporte de dicha reunión "Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidad" incluyó los siguientes:

AMENAZA O PELIGRO (H), definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente destructivo durante cierto período de tiempo en un sitio dado.



VULNERABILIDAD (V), como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento destructivo, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

RIESGO ESPECÍFICO ( $R_s$ ), como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

ELEMENTOS BAJO RIESGO (E), como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

RIESGO TOTAL ( $R_t$ ), como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de evento destructivo, es decir el producto del Riesgo Específico ( $R_s$ ) y los elementos bajo riesgo (E).

En otras palabras la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general:

$$R_t = (E) \cdot (R_s) = (E)(H \cdot V) \quad \dots \text{Ecuación 2.1}$$

Finalmente conservando esta conceptualización propuesta por el grupo de expertos, se propuso eliminar la variable Exposición (E) por considerarla implícita en la Vulnerabilidad (V), sin que esto modificara la concepción original. Dicha formulación, entonces, se enuncia de la siguiente manera:

Una vez conocida la amenaza o peligro “ $A_i$ ”, entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a “ $i$ ” durante un período de exposición “ $t$ ”, y conocida la vulnerabilidad “ $V_e$ ”, entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto “ $e$ ” a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad “ $i$ ”, el riesgo “ $R_{ie}$ ” puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento “ $e$ ”, como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a “ $i$ ”, por tanto se tiene:

$$R_{ie} = f(A_i, V_e) \quad \dots \text{Ecuación 2.2}$$

es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo “t” determinado [18].

De una manera más precisa, entonces, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido equivocadamente considerados como sinónimos pero que son definitivamente diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

a) La Amenaza o Peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente es expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.

b) El Riesgo o daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas. Matemáticamente es expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo.

En términos generales, la "vulnerabilidad" puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza esta relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

### **2.1.1 Evaluación de la amenaza**

Desafortunadamente, debido a la complejidad de los sistemas físicos en los cuales un gran número de variables puede condicionar el proceso, la ciencia aun no cuenta con técnicas que le permitan modelar con alta precisión dichos

sistemas y por lo tanto los mecanismos generadores de cada una de las amenazas. Por esta razón, la evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados.

En otras palabras, para poder cuantificar la probabilidad de que se presente un evento de una u otra intensidad durante un período de exposición, es necesario contar con información, la más completa posible, acerca del número de eventos que han ocurrido en el pasado y acerca de la intensidad que tuvieron los mismos. En resumen, evaluar la amenaza es "pronosticar" la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador y en el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de eventos en el tiempo. Un pronóstico puede ser a corto plazo, generalmente basado en la búsqueda e interpretación de señales o eventos premonitorios; a mediano plazo, basado en la información probabilística de parámetros indicadores, y a largo plazo, basado en la determinación del evento máximo probable en un período de tiempo que pueda relacionarse con la planificación del área potencialmente afectable.

Este tipo de evaluación es realizada por instituciones técnicas y científicas relacionadas con campos afines a la geología, la hidrometeorología y los procesos tecnológicos, las cuales de acuerdo con estudios que varían desde estimaciones generales hasta análisis detallados, plasman en mapas de diferentes escalas la cuantificación de la amenaza y llevan a cabo una "zonificación" en la cual, mediante un proceso de determinación de la misma en varios sitios, delimitan áreas homogéneas o zonas de amenaza constante. A este tipo de cartografía se le conoce como mapas de amenaza, los cuales son un insumo de fundamental importancia para la planificación física y territorial.

### **2.1.2 Análisis de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad, en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social, siendo la primera más factible de cuantificar en términos físicos y funcionales, como por ejemplo, en pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios, a diferencia de la segunda que prácticamente sólo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa,

debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc.

En consecuencia, un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

Hay que mencionar que los análisis de la Vulnerabilidad no solamente se refieren a los de tipo estructural si no también a los de tipo Funcional y Social cuyas definiciones se tratarán más adelante.

### **2.1.3 Estimación del riesgo**

Desde el punto de vista físico, el "riesgo específico" es la pérdida esperada en un período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo. Usualmente, el riesgo específico representa pérdida de vidas, heridos y pérdidas de inversiones de capital. Ahora bien, debido a la dificultad que significa estimar el "riesgo total", o sea la cuantificación acumulativa del riesgo específico de cada uno de los elementos expuestos y para cada una de las amenazas, en general se acepta referirse al riesgo haciendo referencia a un riesgo específico representativo para la región, como por ejemplo: el riesgo por inundación para las cosechas, el riesgo sísmico de las edificaciones, el riesgo de las líneas vitales por deslizamientos, etc.

Adicionalmente, es común que el riesgo sea estimado solamente en términos físicos, dado que la vulnerabilidad social es difícil de evaluar en términos cuantitativos, no con esto se quiere decir que no sea posible estimarla; para estos casos, se determina en forma relativa o mediante indicadores "riesgos relativos", que igualmente permiten tomar decisiones y definir prioridades de prevención y mitigación.

De otra parte, una vez evaluado el riesgo y teniendo en cuenta que no es posible reducirlo a cero, para efectos de la planificación y el diseño de obras de infraestructura y de protección es necesario definir un nivel de "riesgo aceptable", o sea un valor admisible de probabilidad de consecuencias sociales y económicas que, a juicio de las autoridades que regulan este tipo de decisiones,

se considera lo suficientemente bajo para permitir su uso en la planificación física, la formulación de requerimientos de calidad de los elementos expuestos o para fijar políticas socio-económicas afines.

En resumen, para evaluar el riesgo deben seguirse tres pasos: la evaluación de la amenaza o peligro; el análisis de la vulnerabilidad y la estimación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en si mismo.

Al igual que la amenaza, el riesgo también puede plasmarse en mapas. Estos mapas pueden ser, dependiendo de la naturaleza de la amenaza probabilísticos o determinísticos. En este último caso, los mapas de riesgo representan un "escenario", o sea la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un evento de una intensidad definida sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que componen el medio expuesto [18].

Estos mapas, como puede intuirse, no sólo son de fundamental importancia para la planificación de la intervención de la amenaza y/o la vulnerabilidad a través de los planes de desarrollo, sino también para la elaboración de los planes de contingencia que los organismos operativos deben realizar durante la etapa de preparativos para emergencias. Es importante anotar que *un plan operativo elaborado con base en un mapa de riesgo es mucho más eficiente que si se realiza sin conocer dicho escenario de efectos potenciales*, dado que este último permite definir procedimientos de respuesta más precisos para atender a la población en caso de desastre.

## **2.2 Vulnerabilidad física**

La vulnerabilidad física se clasifica en vulnerabilidad estructural y no estructural.

### **2.2.1 Vulnerabilidad estructural**

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes de la estructura que la mantienen en pie ante la ocurrencia de un evento sísmico. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas.

Las formas y estrategias para implementar las medidas de prevención y mitigación tanto en edificaciones esenciales o de cualquier otro tipo dependerán de si éstos ya existen o están por construirse; por ejemplo, el componente estructural debe ser considerado durante la etapa de diseño y construcción, cuando se trata de un nuevo edificio, o durante una etapa de reparación, remodelación o mantenimiento, cuando se trata de un edificio ya construido. Si hacemos referencia a la planificación de un hospital nuevo es necesario tener en cuenta que una de las mayores causas de daños en estas edificaciones han sido los esquemas arquitectónico-estructurales nocivos.

Puede decirse de manera general que el alejamiento de formas y esquemas estructurales simples es castigado fuertemente por los sismos. De cualquier forma, dada la naturaleza diversa de los sismos, así como la posibilidad de que se exceda el nivel de diseño, es aconsejable evitar el planteamiento de configuraciones riesgosas, independientemente del grado de sofisticación que sea posible lograr en el análisis de cada caso.

Lamentablemente, en muchos países de América Latina las normas de construcción sismorresistente no han sido efectivamente aplicadas (en nuestro país, centros educativos construidos en los años 1993-1995); y en otros no se han considerado especificaciones especiales para las estructuras que son consideradas como edificaciones esenciales (como hospitales y colegios). Por esta razón, en estos últimos años cada vez que ocurría un sismo entre las edificaciones más afectadas siempre figuraban los centros educativos, que deberían ser los últimos en ser afectados.

Debido a que muchos de los centros educativos fueron construidos hace mucho tiempo y otros no han sido diseñadas ni construidas con normas sismorresistentes (muchos de ellos han sido construidos en faenas realizadas por la APAFA (Asociación de Padres de Familia) sin asesoramiento técnico), surgen dudas con respecto a la certeza de que dichas edificaciones puedan seguir funcionando con posterioridad a un sismo. En estos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible sobre la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y severos, mediante estudios de vulnerabilidad cuantitativa.

### 2.2.1.1 Daños estructurales

En general, las enseñanzas que han dejado los movimientos sísmicos indican que en los países donde se diseña de acuerdo con una buena normativa sismorresistente, donde la construcción es sometida a una supervisión estricta y donde el sismo de diseño es representativo de la amenaza sísmica real de la zona, el daño sobre la infraestructura es marginal en comparación con el observado en sitios donde no se han dado estas circunstancias. No obstante, es importante destacar que *el solo hecho de diseñar de acuerdo con una norma o código no siempre salvaguarda contra el daño producido por terremotos severos. Los códigos sísmicos establecen requisitos mínimos para proteger la vida de los ocupantes*, requisitos que muchas veces no son suficientes para garantizar el mantenimiento óptimo de una estructura después de la ocurrencia de un sismo. Estos códigos a su vez experimentan actualizaciones continuas de acuerdo con los avances tecnológicos y las enseñanzas que dejan las investigaciones y los estudios de los efectos causados por terremotos, que no son más que pruebas de laboratorio a escala real.

La ductilidad y redundancia estructural han resultado ser los medios más efectivos para proporcionar seguridad contra el colapso, especialmente si los movimientos resultan más severos que los anticipados por el diseño. ***El daño severo o colapso de muchas estructuras durante sismos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente.*** A causa de sismos fuertes es común que se presenten daños estructurales en columnas, tales como grietas diagonales causadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión. En vigas, se presentan grietas diagonales y rotura de estribos a causa de cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión que impone el sismo arriba y abajo de la sección como resultado de las cargas alternadas. Las conexiones o uniones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. En las uniones viga-columna (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco

desarrollo del mismo y/o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión. En las losas se pueden presentar grietas por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la placa debido a la excesiva demanda por flexión que en ciertas circunstancias puede imponer el sismo. Este tipo de daños se han visto reiteradamente en muchas edificaciones de centros educativos que por su antigüedad han visto amplificadas los efectos ante movimientos sísmicos fuertes y moderados.

### **2.2.1.2 Problemas de configuración arquitectónica**

Por configuración no se entiende únicamente la forma espacial de la construcción en abstracto, sino el tipo, disposición, fragmentación, resistencia y geometría de la estructura de la edificación, relación de la cual se derivan ciertos problemas de respuesta estructural ante sismos, lamentablemente los métodos de análisis sísmico usual no logran cuantificar adecuadamente la mayoría de estos problemas, de cualquier forma es aconsejable evitar plantear configuraciones riesgosas.

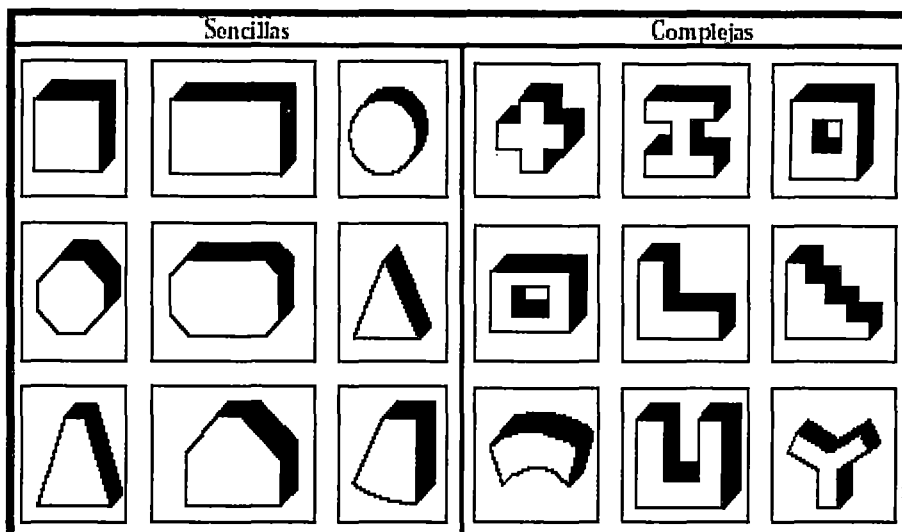
#### **a) Problemas de configuración en planta**

Los problemas que se mencionan a continuación son referentes a la disposición de la estructura en el plano horizontal, en relación con la forma y distribución del espacio arquitectónico. Se debe destacar que los problemas de configuración en planta se presentan cuando las plantas son continuas; se puede mencionar también que algunas de las plantas que a simple vista se pueden percibir como complejas pero que cuentan con las respectivas juntas de dilatación sísmicas no presentan problemas para el comportamiento frente a sismos.

La figura N° 2.1 muestra *formas más sencillas hasta algo complejas de los diferentes tipos de plantas y elevaciones* que pueden adoptar las edificaciones.



FIG. N° 2.1: Formas en planta que pueden adoptar las edificaciones



Fuente: Configuración y diseño sísmico de edificios Christopher Arnold, Robert Reitherman – 1987

- **Longitud**

La longitud en planta de una edificación influye en la respuesta estructural de la misma de una manera que no es fácil determinar por medio de los métodos usuales de análisis. En vista de que el movimiento del terreno consiste en una transmisión de ondas, la cual se da con una velocidad que depende de las características de masa y rigidez del suelo de soporte, la excitación que se da en un punto de apoyo del edificio en un momento dado difiere de la que se da en otro, diferencia que es mayor en la medida en que sea mayor la longitud del edificio en la dirección de las ondas. *Los edificios cortos se acomodan más fácilmente a las ondas que los edificios largos.*

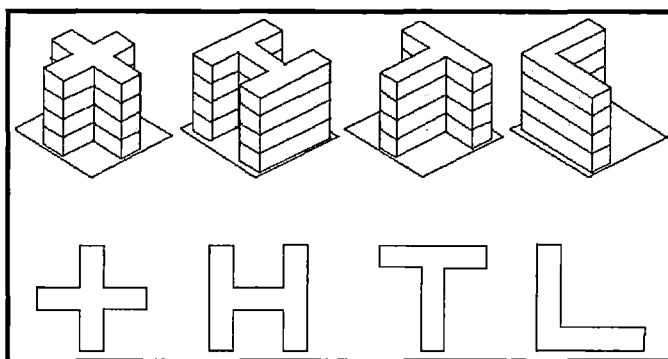
Los edificios largos son también más sensibles a las componentes torsionales de los movimientos del terreno, puesto que las diferencias de movimientos transversales y longitudinales del terreno de apoyo, de las que depende dicha rotación, son mayores.

- **Concentración de esfuerzos debido a plantas complejas**

Se define como planta compleja a aquella en la cual la línea de unión de dos de sus puntos suficientemente alejados hace su recorrido en buena parte fuera de la planta. Esto se da cuando la planta está compuesta de alas de tamaño significativo orientadas en diferentes direcciones (formas en H, U, L, etc.). En

las plantas irregulares, como muestra la Fig. N° 2.2, las alas pueden asimilarse a un voladizo empotrado en el cuerpo restante del edificio, sitio en el cual sufriría menores deformaciones laterales que en el resto del ala. Por esta razón aparecen grandes esfuerzos en la zona de transición, los cuales producen con frecuencia daños en los elementos no estructurales, en la estructura vertical y aún en el diafragma de la planta.

FIG. N° 2.2: Formas irregulares en planta que pueden adoptar las edificaciones



Fuente: Configuración y diseño sísmico de edificios Christopher Arnold, Robert Reitherman – 1987

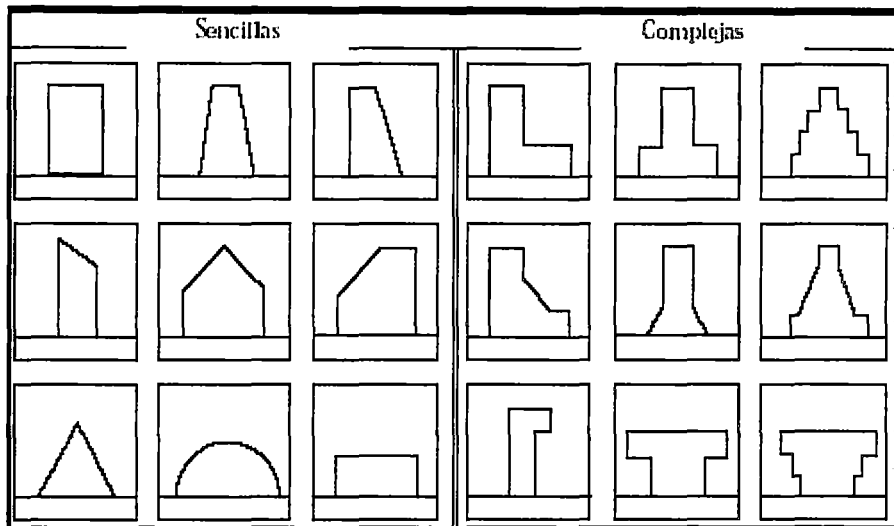
Para este caso, la solución corrientemente adoptada consiste en la introducción de juntas de separación sísmica, como las mencionadas para el caso de los edificios largos. Estas juntas permiten que cada bloque tenga su propio movimiento sin estar ligado al resto del edificio, con lo cual se rompe el esquema de trabajo en voladizo de cada ala. Las juntas, obviamente, deben tener el ancho suficiente para permitir el movimiento de cada bloque sin golpearse.

## b) Problemas de configuración en altura

### • Escalonamientos

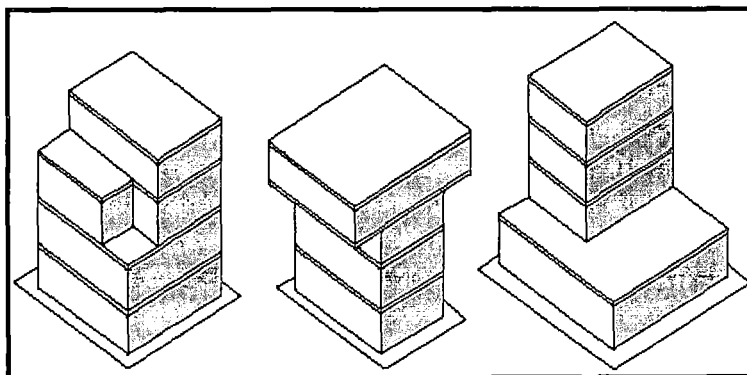
Los escalonamientos en los volúmenes del edificio se presentan habitualmente por exigencias urbanísticas de iluminación, proporción, etc. Sin embargo, desde el punto de vista sísmico, son causa de cambios bruscos de rigidez y de masa; por lo tanto, traen consigo la concentración de fuerzas que producen daño en los pisos aledaños a la zona del cambio brusco (Figuras N° 2.3 y N° 2.4). En términos generales, debe buscarse que las transiciones sean lo más suave posible con el fin de evitar dicha concentración.

FIG. N° 2.3: Formas en elevación que pueden adoptar las edificaciones



Fuente: Configuración y diseño sísmico de edificios Christopher Arnold, Robert Reitherman – 1987

FIG. N° 2.4: Formas irregulares en altura



Fuente: Configuración y diseño sísmico de edificios Christopher Arnold, Robert Reitherman – 1987

### 2.2.1.3 Problemas por configuración estructural

#### a). Concentración de masa

El problema en cuestión es ocasionado por altas concentraciones de la masa en algún nivel determinado del edificio que se puede deber a la disposición en él de elementos pesados, tales como, tanques, bodegas, etc. El problema es mayor en la medida en que dicho nivel pesado se ubica a mayor altura, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, con lo cual se tiene una mayor fuerza sísmica de respuesta allí y por ende una mayor posibilidad de volcamiento de las concentraciones de masa, como se ilustra en la fotografía N° 2.1.

Fotografía 2.1: Concentraciones de masa



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

### b). Columnas débiles

Las columnas dentro de una estructura tienen la vital importancia de ser los elementos que transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la estructura, razón por la cual cualquier daño en este tipo de elementos puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación. Por lo anterior, el diseño sísmico de pórticos (estructuras formadas preferentemente por vigas y columnas) busca que el daño producido por sismos intensos se produzca en vigas y no en columnas, debido al mayor riesgo de colapso de la edificación por el de daño en columnas. Sin embargo, muchos edificios diseñados según códigos de sismorresistencia han fallado por esta causa. Estas fallas pueden agruparse en dos clases:

- Columnas de menor resistencia que las vigas.
- Columnas cortas, se producen cuando la relación entre la altura libre y el peralte es menor o igual a dos (fotografía N° 2.2), en esta reducida altura libre se produce una baja capacidad de deformación inelástica.

Varias son las causas para que la longitud libre se reduzca drásticamente y se considere que se presenta una columna corta, por ejemplo en los siguientes casos:

- Confinamiento lateral parcialmente en la altura de la columna por muros divisorios, muros de fachada, muros de contención, etc.
- Disposición de losas en niveles intermedios.
- Ubicación del edificio en terrenos inclinados.

Las columnas cortas son causa de serias fallas en edificios bajo excitaciones sísmicas debido a que su mecanismo de falla es frágil.

Fotografía 2.2: Falla por columna corta



Fuente: Vulnerabilidad de edificaciones peruanas  
(Sismo Arequipa-Perú 2001)

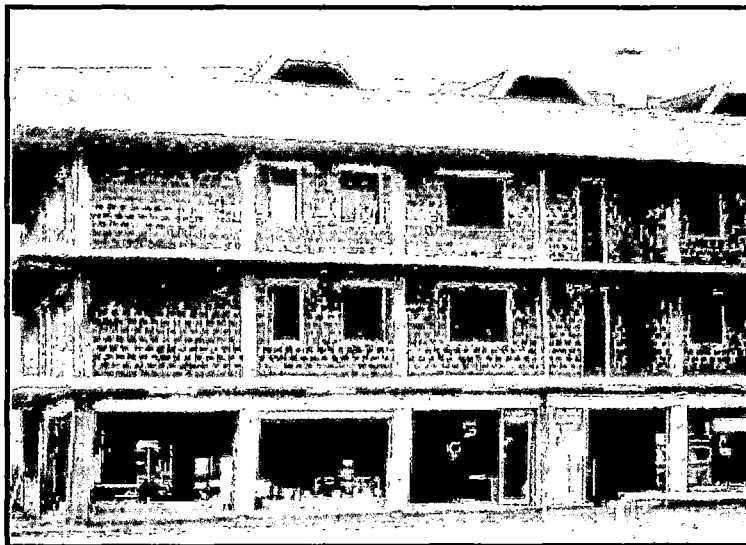
### c). Pisos Blandos

Varios tipos de esquemas arquitectónicos y estructurales conducen a la formación de los llamados pisos blandos, débiles o suaves, es decir, pisos que son más vulnerables al daño sísmico que los restantes, debido a que tienen menor rigidez, menor resistencia o ambas cosas. La presencia de pisos blandos se puede atribuir a:

- Diferencia de altura entre pisos.
- Interrupción de elementos estructurales verticales en el piso.

La Fotografía N° 2.3 y la Fig. N° 2.4 muestra como falla el primer nivel de la estructura por *piso blando*; este mecanismo se esquematiza en la Fig. N° 2.5.

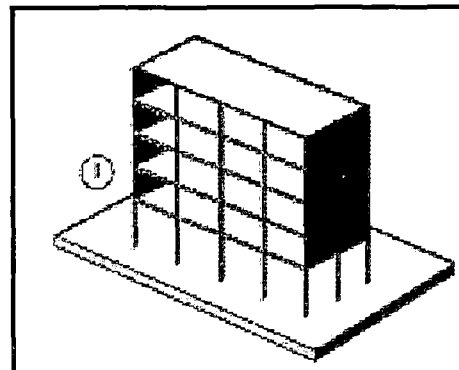
Fotografía 2.3: Falla por piso blando



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

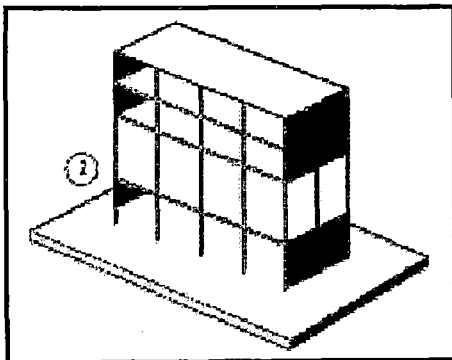
La Figura N° 2.6 esquematiza otro tipo de piso blando.

FIG. 2.5: Caso 1, primer nivel libre



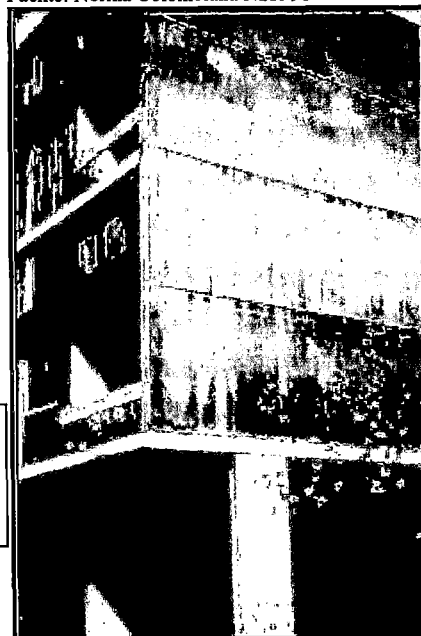
Fuente: Norma Colombiana NSR-98

FIG. 2.6: Caso 2, piso flexible en dos niveles intermedios



Fuente: Norma Colombiana NSR-98

Fotografía 2.4: ejemplo del caso 1, mostrado anteriormente, se observa un cambio brusco de rigideces entre el primer nivel y los niveles superiores



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

La interrupción de elementos verticales de la estructura ha probado ser la causa de múltiples colapsos parciales o totales en edificios sometidos a sismos, sobre todo cuando la interrupción de los elementos verticales resistentes (muros y columnas) se presenta en los pisos inferiores, como lo muestra la siguiente fotografía.



Fotografía 2.5: colapso por discontinuidad de elementos verticales

Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

La razón del deslizamiento del piso recae en que el nivel en que se interrumpen los elementos es más flexible que los restantes, con lo que aumenta el problema de estabilidad, pero además porque se origina un cambio brusco de rigidez que ocasiona una mayor acumulación de energía en el piso más débil.

Los casos más usuales de interrupción de elementos verticales, que ocurre generalmente por razones espaciales, formales o estéticas, son los siguientes:

- Interrupción de las columnas.
- Interrupción de muros estructurales (muros de cortante, Fig. N° 2.6), como se presenta algunos casos en la actualidad, por ejemplo edificaciones construidas con el fondo Mi Vivienda.
- Interrupción de muros divisorios, concebidos erróneamente como no estructurales, alineados con pórticos.

#### d). Falta de redundancia

El diseño estructural sismorresistente contempla la posibilidad de daño de los elementos estructurales para los sismos más severos. Desde este punto de vista,

el diseño de la estructura debe buscar que la resistencia a las fuerzas sísmicas dependa de un número importante de elementos, puesto que cuando se cuenta con un número reducido de elementos (poca redundancia) la falla de alguno de ellos puede tener como consecuencia el colapso parcial o total durante el sismo. En este sentido, debe buscarse que la resistencia a las fuerzas sísmicas se distribuya entre el mayor número de elementos estructurales posibles.

**e). Excesiva flexibilidad estructural**

La excesiva flexibilidad de la edificación ante cargas sísmicas puede definirse como la susceptibilidad a sufrir grandes deformaciones laterales entre los diferentes pisos, conocidas como derivas. Las principales causas de este problema residen en la excesiva distancia entre los elementos de soporte (claros o luces), las alturas libres y la rigidez de los mismos. Dependiendo de su grado, la flexibilidad puede traer como consecuencias:

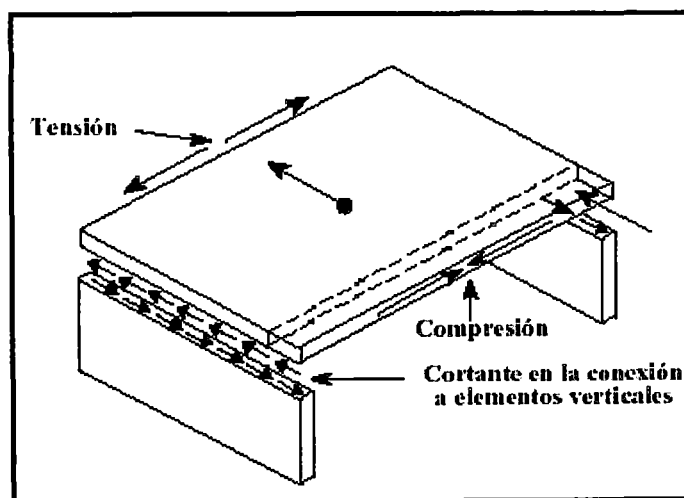
- Daños en los elementos no estructurales adosados a niveles contiguos.
- Inestabilidad del o los pisos flexibles, o del edificio en general.

**f). Excesiva flexibilidad del diafragma**

Un comportamiento excesivamente flexible del diafragma de piso implica deformaciones laterales no uniformes, las cuales son en principio perjudiciales para los elementos no estructurales adosados al diafragma. Adicionalmente, la distribución de fuerzas laterales no se hará de acuerdo a la rigidez de los elementos verticales.

Las figuras N° 2.7 y 2.8 muestran el comportamiento del diafragma en las edificaciones:

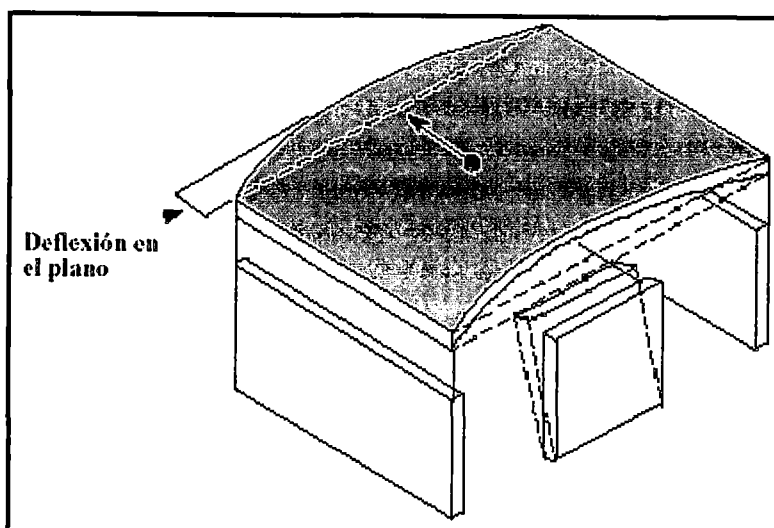
FIG. 2.7: Fuerzas desarrolladas en un diafragma



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS



FIG. 2.8: Deflexión en el plano de un diafragma flexible



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

Son varias las razones por las cuales puede darse este tipo de comportamiento flexible.

Entre ellas se encuentran las siguientes:

- *Flexibilidad del material del diafragma*
- *Relación de aspecto ( $R_a = \text{largo}/\text{ancho}$ ) del diafragma.* Por tratarse de un trabajo a flexión de este tipo de elementos, mientras mayor sea la relación largo/ancho del diafragma, mayores pueden ser sus deformaciones laterales. En general, los diafragmas con  $R_a > 5$ , pueden considerarse flexibles.
- *Rigidez de la estructura vertical.* La flexibilidad del diafragma debe juzgarse también de acuerdo con la distribución en planta de la rigidez de los elementos verticales. En el caso extremo de un diafragma en el que todos los elementos verticales tengan igual rigidez es de esperarse un mejor comportamiento del diafragma que en el caso en el cual tengan grandes diferencias en este punto.
- *Aberturas en el diafragma.* Las aberturas de gran tamaño practicadas en el diafragma para efectos de iluminación, ventilación y relación visual entre los pisos, ocasionan la aparición de zonas flexibles dentro del diafragma, las cuales impiden el ensamblaje rígido de las estructuras verticales.

Las soluciones al problema de excesiva flexibilidad del diafragma son múltiples, y dependen de la causa que la haya ocasionado. Las grandes aberturas en el diafragma deben estudiarse con cuidado, con el fin de proveer mecanismo de rigidización o, si esto no es posible, segmentación del edificio en bloques.

### g). Torsión

La torsión ha sido causa de importantes daños de edificios sometidos a sismos intensos, que van desde la distorsión a veces visible de la estructura (y por tanto su pérdida de imagen y confiabilidad) hasta el colapso estructural, como se muestra en la siguiente Figura N° 2.11.

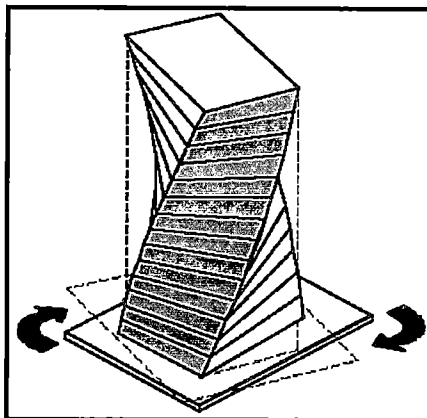


FIG. 2.9: Efecto de torsión en una edificación

Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

La torsión se produce por la excentricidad existente entre el centro de masa y el centro de rigidez. Algunos de los casos que pueden dar lugar a dicha situación en planta son:

- Posición de elementos rígidos de manera asimétrica con respecto al centro de gravedad del piso.
- Colocación de grandes masas en forma asimétrica con respecto a la rigidez.
- Combinación de las dos situaciones anteriores.

Debe tenerse presente que los muros divisorios y de fachada que se encuentren adosados a la estructura vertical tienen generalmente una gran rigidez y, por lo tanto, habitualmente participan estructuralmente en la respuesta al sismo y pueden ser causantes de torsión, como en el caso corriente de los edificios de esquina, pues estos tienen distribuidos sus elementos rígidos de manera asimétrica, por razones arquitectónicas.

Si se contempla además la situación en altura, el panorama de la torsión puede complicarse aún más cuando hay irregularidades verticales, como los escalonamientos. En efecto, la parte superior del edificio transmite a la inferior un cortante excéntrico, lo cual provoca torsión del nivel de transición hacia abajo, independientemente de la simetría o asimetría estructural de los pisos superiores e inferiores.

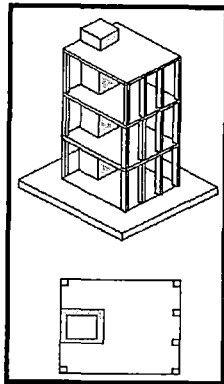


FIG. 2.10: Problema de torsión ocasionado por la caja del ascensor

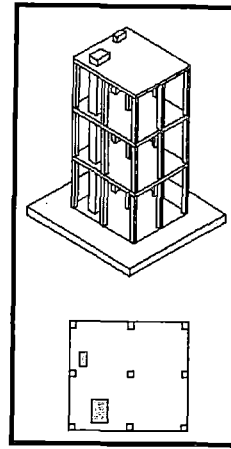


FIG. 2.11: Problema de torsión ocasionado por asimetría en elementos

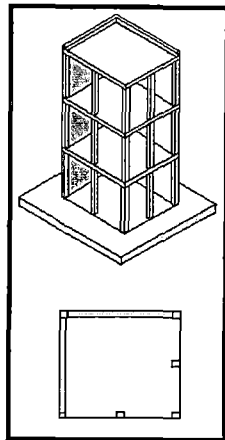


FIG. 2.12: Problema de torsión típico en una edificación ubicada en esquina

Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, OPS/OMS

## 2.2.2 Vulnerabilidad no estructural

El componente no-estructural está conformado por todo el conjunto de elementos que perteneciendo a una edificación, no cumplen con funciones de índole estructural.

Un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños *no-estructurales*. Un estudio de vulnerabilidad no-estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida de la edificación; en cambio, los elementos estructurales se verán afectados frente a sismos severos y poco frecuentes. Debido a la alta probabilidad de ocurrencia de los sismos que pueden afectar a los componentes no-estructurales, es necesario tomar las medidas necesarias para proteger estos elementos.

El costo de los elementos no-estructurales en la mayoría de los edificios es considerablemente mayor que el de los estructurales. Esto se cumple especialmente en hospitales, donde entre el 85 y el 90% del valor de la instalación no está en las columnas de soporte, pisos y vigas, sino en acabados arquitectónicos, sistemas mecánicos y eléctricos y en el equipo allí contenido [24]. Un movimiento sísmico de menor intensidad puede causar daños no-estructurales mayores, sin afectar de manera importante a componentes estructurales.

### **2.2.2.1 Elementos no estructurales**

En el diseño de toda estructura sometida a movimientos sísmicos debe considerarse que los elementos no estructurales, tales como cielos rasos, paneles, tabiques, ventanas, puertas, cerramientos, etc., así como equipos, instalaciones mecánicas y sanitarias, deben soportar los movimientos de la estructura. Por otra parte, debe tenerse presente que la excitación de los elementos no estructurales es en general mayor que la excitación en la base, por lo cual puede decirse, en muchos casos, que la seguridad de los elementos no estructurales se encuentra más comprometida que la de la estructura misma.

La experiencia ha demostrado que los efectos de segundo orden causados por daños en elementos no-estructurales pueden agravar significativamente la situación. Por ejemplo, cielos rasos y acabados de paredes pueden caer sobre corredores o escaleras interrumpiendo la circulación; incendios, explosiones y escapes de sustancias químicas pueden ser peligrosos para la vida.

Los elementos no estructurales se pueden clasificar en las siguientes tres categorías: Líneas Vitales; Componentes Arquitectónicos; Equipamiento y Mobiliario en general.

## **2.3 Vulnerabilidad funcional**

Este concepto se refiere, entre otras cosas, a la distribución y relación entre los espacios arquitectónicos, los servicios que puede haber en el interior de las edificaciones esenciales, así como todos los procesos administrativos (contrataciones, adquisiciones, rutinas de mantenimiento, etc.) y a las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas de estas edificaciones. Es fundamental que estos establecimientos considerados como

esenciales no sólo tengan una adecuada ubicación y funcionalidad, sino que su entorno tenga condiciones que les permitan desarrollar su actividad de la manera más eficiente posible en casos de emergencia y desastres.

## 2.4 Vulnerabilidad Social

Los enfoques a los conceptos vistos anteriormente, son técnicos y están dirigidos hacia el detonante del desastre: la amenaza, y no hacia a las condiciones que favorecen la ocurrencia de la crisis, que no son exclusivamente las condiciones de vulnerabilidad física sino las de "*vulnerabilidad social*".

En los países en desarrollo la vulnerabilidad social es en la mayoría de los casos, la causa de las condiciones de vulnerabilidad técnica. A diferencia de la amenaza que actúa como detonante, la vulnerabilidad social es una condición que permanece en forma continua en el tiempo y esta íntimamente ligada a los aspectos culturales y al nivel de desarrollo de las comunidades.

Muchos de los cambios inevitables que ocurren en todas las sociedades conducen al aumento de la vulnerabilidad de la sociedad a los desastres. Estas transiciones que hacen cambiar continuamente a la sociedad o pueden ser poblaciones nómades que se transforman en sedentarias, población rural que se traslada a zonas urbanas y población rural y urbana que cambia de nivel económico a otro. En forma más amplia estos ejemplos son típicos cambios de la sociedad no industrializada a una sociedad industrializada.

Un ejemplo del impacto de estas transiciones es la introducción de nuevos materiales de construcción y diseños arquitectónicos en una sociedad acostumbrada a los materiales y diseños tradicionales. Se ve a menudo, que estos materiales no se usan correctamente.

También puede ocurrir que la nueva sociedad ya no tenga una red o un sistema de apoyo social que les ayude con socorro y recuperación del desastre ante esto la población se vuelve cada vez más dependiente de la intervención externa para recibir ayuda y sobreponerse a este proceso. Dentro de todo esto también las prácticas culturales conflictivas además de las prácticas de transición pueden conducir a un conflicto civil.

## 2.5 Métodos de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

Los métodos para el estudio de la vulnerabilidad física de edificaciones existentes se dividen en dos grandes grupos, los Métodos cuantitativos o Analíticos; y los Métodos Cualitativos o subjetivos.

### 2.5.1 Métodos Cuantitativos

Estos métodos son más rigurosos que los métodos cualitativos. Asimismo, éstos profundizan más los resultados obtenidos de los métodos cualitativos, cuando éstos últimos no entreguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura.

Para realizar un análisis de vulnerabilidad, utilizando estos métodos cuantitativos es necesario contar con cierta información básica como: características de los materiales utilizados en la edificación, caracterización del suelo donde se encuentra emplazada la estructura y planos estructurales, entre otra información. Generalmente los análisis cuantitativos son realizados mediante modelos matemáticos de las edificaciones, en las cuales se deben considerar aspectos tales como:

- Interacción de la estructura con los elementos no estructurales.
- Cargas reales a las que está sometida la estructura (sobre carga de diseño).
- Análisis para los diferentes sismos que se pueden presentar.

Una buena ilustración lo constituye el Análisis Dinámico estructural que permite conocer el proceso de plastificación paso a paso y el posterior colapso de la estructura, conocidos los ciclos de histéresis de sus componentes.

En estos métodos puede que exista una fase de calibración del modelo, que requiere de muchos ensayos de laboratorio, los cuales permiten conocer el estado de los materiales y predecir, con un poco más de exactitud, su respuesta ante sollicitaciones sísmicas.

La aplicabilidad de estos métodos tiene limitaciones por ciertas razones:

- La alta complejidad del modelo que sólo justifica su utilización en casos muy especiales como el de edificaciones esenciales, o para estructuras que después de ser evaluadas con un método cualitativo hayan mostrado tener serias falencias ante una sollicitación sísmica.
- La necesidad de realizar el análisis utilizando varios tipos de registros de sismos, para cubrir las diferentes posibilidades de acción sobre la estructura.

A continuación se describen algunos de los métodos analíticos estudiados en este estudio.

### **2.5.1.1 Comparación del la Demanda Vs. Resistencia Sísmica**

La norma peruana E.030 vigente, en su capítulo VII hace referencia sobre la Evaluación, Reparación y Reforzamiento de las estructuras.

La norma E.030, establece la amenaza sísmica para las diferentes ciudades del país y los coeficientes para efectos de calcular las fuerzas sísmicas, como son: Factores de Zona (Z); Parámetros de Suelo (S); Categoría de Uso de las edificaciones (U); el Coeficiente de Reducción de solicitaciones sísmicas; el Factor de Amplificación sísmica (C); con los que se pueden calcular los espectros de diseño correspondientes.

Si existe un estudio de sitio para la zona de la edificación, su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño, que se deberá tener en cuenta para llevar a cabo el análisis de la estructura. El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sea adecuada para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura. Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

En el caso de edificaciones existentes, la selección de la resistencia del concreto a usar en los modelos matemáticos de análisis, se hace teniendo en cuenta las resistencias individuales de cada uno de los núcleos (testigos) ensayados y extraídos con diamantina. Se debe seguir el procedimiento establecido en las normas peruanas de Diseño y Construcción de concreto.

La Norma E.030, hace tener especial atención a edificaciones construidas antes de la vigencia de ésta. Básicamente se toman los criterios para revisar la vulnerabilidad sísmica estructural, para luego ser comparados con lo que dicha norma exigiría a una edificación nueva.

La metodología empleada sería la siguiente:

- Se realiza, una visita al sitio del levantamiento y una exploración a la construcción que se proyecta rehabilitar, se establece el sistema estructural con que fue construida originalmente la edificación y su cimentación, así como las propiedades de los materiales allí utilizados.
- Para las estructuras existentes, el estudio de vulnerabilidad se refiere a la *comprobación del comportamiento de la estructura*, para analizar si es satisfactorio de acuerdo a las normas sísmicas vigentes. Se trata de seguir un procedimiento con el fin de evaluar las estructuras existentes, para hallar los puntos débiles y posibles zonas de las estructuras que puedan fallar ante los eventos sísmicos.

Se tratará entonces de determinar cuales son las zonas más vulnerables que puedan precipitar el colapso de la estructura o de algunos de sus componentes.

- Con toda la información obtenida en los levantamientos y exploraciones adelantadas, se elabora entonces un modelo para la estructura actual, el cual se analiza para las fuerzas sísmicas  $F_s$  que el sismo de diseño imponga en combinación con las fuerzas de gravedad mayoradas de acuerdo con las combinaciones de carga establecidas en la normatividad vigente.

Para estos análisis generalmente se lleva a cabo un análisis tridimensional, elástico dinámico de la estructura. Ocasionalmente se utilizan programas de análisis no-lineal o inelástico.

- Con la información de las dimensiones originales de los elementos y sus refuerzos, se determinan sus capacidades últimas tanto para los esfuerzos de corte como para los de flexión y flexo-compresión
- Con los resultados de las demandas obtenidas del análisis de los modelos y las capacidades reales calculadas en los elementos, se calculan los índices de sobre-esfuerzo de los elementos y de las estructuras con el fin de determinar los puntos o zonas vulnerables a tener en cuenta en el reforzamiento final.
- Una vez conocidos los puntos o zonas vulnerables de la estructura, se procederá a estudiar, analizar y *diseñar el reforzamiento final* con el que se elaborarán planos de construcción que contengan todos los detalles



estructurales que garanticen la seguridad estructural y la adecuada ejecución del proceso de rehabilitación.

Si se desea o requiere hacer un análisis inelástico de la estructura, se puede llevar a cabo un análisis no lineal de la estructura mediante la aplicación de las condiciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones usando las relaciones de esfuerzo-deformación en el rango inelástico, tanto para el concreto, como para el acero de refuerzo.

El análisis inelástico permite estudiar la *degradación de la rigidez y el deterioro de la resistencia de los diferentes elementos estructurales* e incluye una evaluación de la respuesta inelástica a través de un análisis de daños de los miembros estructurales y de la estructura como un conjunto. Dicho análisis dará a conocer mejor el comportamiento real de la estructura y se obtendrá un mejor estimativo de las distorsiones de entresijos y de las sollicitaciones inelásticas producidas en la estructura por el sismo de diseño.

### 2.5.1.2 Método Indicial de Hirosawa

Este método expedido oficialmente en Japón por el Ministerio de Construcción, para la revisión de edificios de concreto armado, construídas en zonas sísmicas dispone de tres métodos de evaluación que van de lo simple a lo detallado y es en general un método riguroso denominado "Evaluación de la seguridad sísmica de edificios de concreto armado existentes" [20], [21], [29].

En este trabajo la evaluación de la vulnerabilidad estructural utiliza la metodología propuesta por Hirosawa, introduciendo algunas modificaciones para poder aplicarse a las tipologías y materiales existentes en los países latinoamericanos, especialmente en **Chile, Perú, México y Ecuador**.

En este método, la vulnerabilidad estructural se determina comparando la capacidad resistente, relacionada con la forma, mantenimiento y daños anteriores de la edificación, con el nivel de sollicitación demandado por los sismos que representan el peligro sísmico y las condiciones locales del sitio donde se ubica la edificación. La comparación se realiza utilizando dos índices " $I_s$ " ó índice de la resistencia provista por el edificio e " $I_{so}$ " o índice de resistencia demandada.

Esta evaluación no ofrece un parámetro de comparación para los valores obtenidos, quedando a juicio del ingeniero determinar el grado de vulnerabilidad

que tiene la estructura. Sólo haciendo varios análisis de este tipo se podría determinar un rango de valores que permita hacer comparaciones.

El método dispone de tres niveles de evaluación, para el primer nivel de evaluación este método no ofrece un parámetro de comparación para los valores obtenidos de “ $I_s$ ”, quedando a juicio del ingeniero determinar el grado de vulnerabilidad que tiene la estructura. Sólo haciendo varios análisis de este tipo se podría determinar un rango de valores que permita hacer comparaciones. Para la aplicación del segundo es necesario tener conocimiento de las armaduras de los elementos estructurales verticales; y el tercero, la pertinente además a las vigas. La característica más importante de este método es que confiere mayor importancia al análisis de resistencia que al de los esfuerzos internos que eventualmente podría presentar un sismo dado en los elementos de la estructura. Puede decirse que para la aplicación de este método no es necesario en general realizar un análisis detallado de dichos esfuerzos internos. Además, el método confiere gran importancia al establecimiento de los mecanismos de falla y disipación de energía de los elementos, los cuales resultan clasificados en diversos grupos de acuerdo a su comportamiento y tipo de falla. En el presente estudio se han aplicado el primer y segundo nivel de evaluación.

El método se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta. El método fue propuesto para utilizarlo en edificios de concreto armado de altura media existentes, o dañados, con altura de entre seis y ocho niveles estructurados con muros o pórticos. Los estudios más recientes han incluido modificaciones para poder aplicarlo a edificios mixtos de concreto armado y mampostería.

La vulnerabilidad estructural se establece de la siguiente comparación:

- Si  $I_s \geq I_{so}$ , comportamiento seguro frente a un evento sísmico
- Si  $I_s \leq I_{so}$ , comportamiento incierto frente a un evento sísmico y por lo tanto inseguro.

El cálculo del índice  $I_s$  depende de tres factores que se evalúan a partir de las características básicas de la estructura, mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_0 \times S_D \times T$$

...Ecuación 2.3

Donde:

$E_0$ : Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$ : Índice de configuración estructural

T: Índice de deterioro de la edificación

### Cálculo del factor $E_0$ (Primer nivel de Evaluación)

En el nivel preliminar de la evaluación de la vulnerabilidad estructural propuesta por Hirosawa, el factor  $E_0$  se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso para cada dirección de la planta, a partir de la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este producto por un factor ( $\alpha_i$ ) que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de los elementos sismorresistentes, como por ejemplo columnas cortas o muros de albañilería, reforzadas o no, sí se comparan con muros o columnas de concreto armado. El factor  $E_0$  es proporcional al producto del coeficiente de resistencia ( $C$ ) y del coeficiente de ductilidad ( $F$ ):

$$E_0 \propto C \times F$$

... Ecuación 2.4

Para el cálculo de  $E_0$  se considera todos los elementos o subestructura vertical que forme parte del sistema resistente, clasificándolos en los siguientes 5 grupos:

- i. Columnas cortas de concreto armado
- ii. Columnas de concreto armado
- iii. Muros de concreto armado
- iv. Muros de relleno de albañilería
- v. Muros de albañilería armada o muros de albañilería confinada con elementos esbeltos de concreto armado.

Los muros considerados corresponden a aquellos muros que se han diseñado y construido en forma tal que puedan transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior y a la cimentación; no se consideran aquellos muros que sólo resisten las cargas provenientes de su propio peso como son: parapetos y tabiques de relleno o divisorios aislados de la estructura sismorresistente. Esta clasificación debe hacerse para determinar la resistencia y para atender la menor

capacidad de deformación inelástica y capacidad de disipación de energía que presentan algunos elementos, como por ejemplo las columnas cortas y los muros de mampostería de relleno sin refuerzo, cuando el comportamiento sísmico está controlado por ellos. El factor  $E_0$  se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_0 = \frac{(N_p + 1)}{(N_p + i)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \} * F \quad \dots \text{Ecuación 2.5}$$

Donde:

$\alpha_i$ : es un factor de reducción de la capacidad resistente de acuerdo con el nivel de deformación que alcanzan los elementos que controlan el comportamiento sísmico. Los valores de este factor se pueden obtener de la Tabla N° 2.1.

$n_p$ : número de pisos del edificio.

$i$ : nivel que se evalúa

$C_{mar}$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de mampostería

$C_{sc}$ : índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de concreto armado.

$C_a$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería no reforzada ó parcialmente confinada.

$C_{ma}$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería confinada.

$C_w$ : índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto armado.

$C_c$ : índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto.

$F$ : índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.  $F = 1.0$ , si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son iguales a cero;  $F=0.8$ , si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son distintas de cero.

El término  $(n_p + 1)/(n_p + i)$  considera la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente de corte del piso "i", cuando estos esfuerzos de corte se establecen en función del peso del edificio sobre el nivel considerado.

Tabla N° 2.1: valores de los coeficientes  $\alpha_i$ 

Tipo	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Muros de relleno de mampostería o columnas cortas o muros de mampostería no reforzada y parcialmente confinada o muros de mampostería confinada controlan la falla
B	0.0	1.0	0.7	Muros de concreto armado controlan la falla
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de concreto armado controlan la falla

Fuente: evaluación del Riesgo sísmico en zonas urbanas, Barcelona 2002

En caso de que los muros de albañilería confinada controlen la capacidad resistente, el valor de F es igual a 1,0 considerando la capacidad de deformación inelástica que se logra con los elementos de confinamiento.

La capacidad sísmica debe calcularse en primer lugar considerando la falla de elementos más frágiles; sin embargo, si la falla de este grupo no produce inestabilidad del sistema, la capacidad sísmica debe calcularse considerando el próximo grupo y despreciando la resistencia de los elementos que han fallado.

Los índices de resistencia ( $C_i$ ) se han determinado considerando las características de refuerzo de los muros de concreto armado construidos en Chile (cuantía y modalidad de refuerzo), lo que incorpora modificaciones en las expresiones propuestas por Hirosawa e Iglesias [27]. Para los muros de albañilería se usa la resistencia propuesta por Iglesias [27].

Las ecuaciones usadas son:

$$C_{mar} = \frac{0.6 * 0.85 * \tau_0 * \Sigma A_{mar}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad \dots \text{Ecuación 2.6}$$

$$C_{sc} = \frac{f'_c * 15 * \Sigma A_{sc}}{200 \sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad \dots \text{Ecuación 2.7}$$

$$C_{ma} = \frac{0.6 * (0.45 * \tau_0 + 0.25 * \sigma_0) * \Sigma A_{ma}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad \dots \text{Ecuación 2.8}$$

$$C_a = C_{ma} \quad \dots \text{Ecuación 2.9}$$

$$C_w = \frac{f'_c * (30 * \Sigma A_{m1} + 20 * \Sigma A_{m2} + 12 * \Sigma A_{m3} + 10 * \Sigma A_{m4})}{200 \sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad \dots \text{Ecuación 2.10}$$

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \Sigma A_{c1} + 7 * \Sigma A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

... Ecuación 2.11

Donde:

$f'_c$  = Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto.

$\Sigma A_{mar}$  = Suma de las áreas de los muros de relleno de albañilería del piso en evaluación en la dirección analizada.

$\Sigma A_{sc}$  = Suma del área de las columnas cortas de concreto armado en el piso de evaluación.

$\Sigma A_{ma}$  = Suma de las áreas de los muros de albañilería confinada del piso en evaluación en la dirección determinada.

$\Sigma A_{mi}$  = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos, con cuantía de refuerzo horizontal igual o mayor que 1,2 % y una esbeltez (H/L) del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está controlada por la resistencia de aplastamiento de la diagonal comprimida debido a su alta cuantía de refuerzo horizontal.

$\Sigma A_{m2}$  = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos y con cuantía de refuerzo horizontal mínima. En estos muros la resistencia al corte es proporcionada principalmente por la armadura horizontal.

$\Sigma A_{m3}$  = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en uno de sus extremos, una esbeltez del muro menor o igual a 2 y una cuantía de armadura mínima. En estos muros la resistencia al corte esta definida por la carga de agrietamiento diagonal del concreto debido a su reducida cuantía de armadura de refuerzo.

$\Sigma A_{m4}$  = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos y una esbeltez del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI-318.

$\Sigma A_{c1}$  = Suma de las áreas de las columnas de concreto armado donde la relación entre altura libre (h) y el ancho (D) es menor que 6.

$\Sigma A_{c2}$  = Suma de las áreas de las columnas de concreto armado donde la relación (h/D) es igual o mayor que 6.

$W_j$  = Peso del piso "j"

$\tau_0$  = Esfuerzo básico al corte de la albañilería

$\sigma_0$  = Esfuerzo normal debido al esfuerzo axial que producen las cargas verticales de peso propio y las sobrecargas de uso.

L = Longitud del muro

H = Altura del piso si  $L \geq 3$ , o altura libre del muro si  $L < 3$ .

En estas ecuaciones las áreas se deben expresar en  $\text{cm}^2$ , los esfuerzos en  $\text{kg-f/cm}^2$  y los pesos en  $\text{kg-f}$ . Los coeficientes que acompañan a las áreas corresponden a la resistencia al corte de los diferentes tipos de elementos que forman el sistema sismorresistente, expresadas en  $\text{kg-f/cm}^2$ .

#### Cálculo del factor $E_0$ (Segundo nivel de Evaluación)

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} * \sqrt{(E_1^2 + E_2^2 + E_3^2)} \quad \dots \text{Ecuación 2.12}$$

$$E_i = C_i * F \quad \dots \text{Ecuación 2.13}$$

$$C_i = \frac{\sum_1^m Q_{u(i)}}{\sum_i^n W_k} \quad \dots \text{Ecuación 2.14}$$

Donde:

n: Número total de pisos

i: Nivel de piso en análisis

$C_i$ : Índice de resistencia de cada grupo

$\sum_1^m Q_{u(i)}$ : Suma de las fuerzas cortantes de los (m) elementos del grupo (i)

$\sum_i^n W_k$ : Suma de pesos desde el piso analizado (i) hasta el último nivel

### Sub-índice de resistencia “C<sub>i</sub>”

Para cada miembro analizado, se calculan las fuerzas cortantes últimas y los momentos últimos de *flexión-cortante* y *el máximo momento que puede resistir éste*; luego las fuerzas de cortante correspondientes al momento último de flexión. Las cortantes así calculadas son comparados para determinar el tipo de falla; y el índice de ductilidad.

Si el deterioro de los materiales es notable y es observado mediante una investigación preliminar y además se tienen datos acerca de la resistencia de los materiales en este estado, éstos pueden ser usados.

i. Momento último en flexión (M<sub>u</sub>: momento último en una columna rectangular)

$$N_{\max} > N > N_{\text{medio}} \quad \dots \text{Ecuación 2.15}$$

$$M_u = (0.8 * A_{st} * F_y * D + 0.12 * b * D^2 * f'_c) * \left( \frac{N_{\max} - N}{N_{\max} - N_{\text{medio}}} \right)$$

$$N_{\text{medio}} > N > 0 \quad \dots \text{Ecuación 2.16}$$

$$M_u = (0.8 * A_{st} * F_y * D + 0.50 * N * D) * \left( 1 - \frac{N}{b * D * f'_c} \right)$$

$$0 > N > N_{\min} \quad \dots \text{Ecuación 2.17}$$

$$M_u = (0.8 * A_{st} * F_y * D + 0.40 * N * D) * \left( 1 - \frac{N}{b * D * f'_c} \right)$$

$$\begin{aligned} N_{\max} &= b * D * f'_c + A_s * F_y \\ N_{\text{medio}} &= 0.40 * b * D * f'_c \\ N_{\min} &= A_s * F_y \end{aligned} \quad \dots \text{Ecuación 2.18}$$

Donde:

- N: Carga axial en la columna (kg.)
- N<sub>max</sub>: Carga máxima resistida por una columna bajo compresión axial (kg.)
- N<sub>min</sub>: Carga máxima resistida por una columna sometida a tracción axial (kg.)
- N<sub>medio</sub>: Carga axial que provoca el máximo M<sub>u</sub> (kg.)
- A<sub>s</sub>: Área total de acero longitudinal en la columna (cm<sup>2</sup>)
- A<sub>st</sub>: Área total de acero longitudinal en tracción (cm<sup>2</sup>)
- D: Dimensión de la columna en la dirección que se analiza (ancho en cm.)
- b: Dimensión de la columna en la otra dirección (espesor en cm.)
- F<sub>y</sub>: Esfuerzo de la fluencia del acero longitudinal (kg/cm<sup>2</sup>)
- F'<sub>c</sub>: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)



ii. Fuerzas cortantes últimas ( $Q_{su}$ : cortante último en una columna rectangular)

$$Q_{su} = \left[ \frac{0.053 * \rho^{0.23} * (180 + f'_c)}{\frac{M}{Q * d} + 0.12} + 2.7 * \sqrt{(\rho_w * F_y)} + 0.1 * \sigma_0 \right] * b * j \quad \dots \text{Ecuación 2.19}$$

$$1 < \frac{M}{Q * d} \leq 3.00$$

El segundo término de la expresión 2.19, controla la posibilidad de tener columnas cortas o muy esbeltas

Donde:

$$\rho_t = \frac{A_{st}}{b * D} * 100 \quad \dots \text{Ecuación 2.20}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b * s} \dots \text{si: } \rho_w \geq 0.012; \text{ usar } \rho_w = 0.012$$

$A_{sw}$ : Área transversal de estribos ( $\text{cm}^2$ )

$s$ : Espaciamiento entre estribos (cm)

$\sigma_0$ : Esfuerzo normal en la columna (si  $\sigma_0 > 80 \text{ kg/cm}^2$ ;  $\sigma_0 = 80 \text{ kg/cm}^2$ )

$$\sigma_0 = \frac{N}{b * D} \quad \dots \text{Ecuación 2.21}$$

$d$ : Ancho efectivo de la columna ( $D-5\text{cm}$ )

$\frac{M}{Q * d}$ : Relación cortante-ancho

$\frac{M}{Q} = \frac{h_0}{2}$   $h_0$ : altura libre de la columna

$j$ : Distancia entre el centro de compresión y el centro de tracción de sección transversal de la columna ( $j = 0.8D$ )

## iii. Tipo de falla

$Q_{su}$ : Es la fuerza cortante que se producirá (en la falla) si la columna falla por cortante.

$Q_{mu}$ : Es la fuerza cortante que se producirá (en la falla) si la columna falla por flexión.

- Si  $Q_{mu} < Q_{su}$ ; la falla es por *flexión*, entonces:  $Q_u = Q_{mu}$

$$Q_{mu} = \frac{M_u^T + M_u^B}{h_0} \quad \dots \text{Ecuación 2.22}$$

$M_u^T$ : Momento último en el extremo superior de la columna

$M_u^B$ : Momento último en el extremo inferior de la columna

$h_0$ : Altura libre de la columna

- Si  $Q_{su} < Q_{mu}$ ; la falla es por *corte*, entonces:  $Q_u = Q_{su}$

## Sub-índice de ductilidad "F"

Una vez determinado el tipo de falla se adopta un valor de F para cada miembro vertical. Se calculará según las ecuaciones siguientes:

$$F = \phi \sqrt{2U-1} \quad \dots \text{Ecuación 2.23}$$

$$\phi = \frac{1}{0.75(1+0.05U)} \quad \dots \text{Ecuación 2.24}$$

$$U = U_0 - K_1 - K_2$$

$$(1 \leq U \leq 5)$$

$$U_0 = 10 \left( \frac{Q_{sv}}{Q_v} - 0.1 \right)$$

$$K_1 = 2.0$$

$$(si \Rightarrow s \leq 8\phi \Rightarrow K_1 = 0)$$

$$K_2 = 30 \left( \frac{\tau_u}{f'_c} - 0.1 \right) \geq 0$$

$$\tau_u = \frac{Q_v}{b * j}$$

Donde:

$\mu$ : Factor de ductilidad último

$N_s$ : Carga axial de la columna considerando el mecanismo de falla

$$\frac{N}{b * D * f'_c} > 0.4$$

$$\frac{\tau_u}{f'_c} > 0.2$$

$$\rho_t > 1\% \dots F = 1.0$$

Según el tipo de falla de los miembros verticales el sub-índice "F" es mostrado en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.2: valores de los sub-índices F

Tipo de falla	Sub-índice "F"
Flexión de la columna	1.27-3.2*
Corten en la columna	1.00
Columnas muy frágiles	0.80

\* El sub-índice F puede ser 1.00 cuando  $\rho_t > 1.0\%$

### Cálculo del factor $S_D$

Este factor cuantifica la influencia de las irregularidades de la configuración estructural y de la distribución de rigidez y de masa en el comportamiento sísmico de la edificación. La información para calcular  $S_D$  se obtiene principalmente de los planos estructurales y se complementa con visitas al sitio. Las características del edificio que se consideran en la determinación de este coeficiente son: regularidad de la planta, relación largo/ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de subterráneo, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas de la rigidez de entrepiso de los pisos en altura, etc. Hirosawa, propone calcular  $S_D$ , cuando se usa el nivel preliminar de evaluación de vulnerabilidad mediante la ecuación 2.25

$$S_D = \prod_{i=1}^8 q_i$$

...Ecuación 2.25

Donde:

$$q_i = \{ 1.0 - (1 - G_i) \cdot R_i \} \text{ para } i = 1, 2, 3, 4, 5, 7 \text{ y } 8$$

$$q_i = \{ 1.2 - (1 - G_i) \cdot R_i \} \text{ para } i = 6$$

$G_i$  y  $R_i$  se obtienen de la Tabla N° 2.5.

Tabla N° 2.3: Valores propuestos por Hirosawa, para los parámetros  $G_i$  y  $R_i$

N°	Conceptos $q_i$	$G_i$			$R_i$
		1	0.9	0.8	
1	Regularidad	Regular (a1)	Regular (a2)	Regular (a3)	1.0
2	Relación largo/ancho	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0.5
3	Contracción de planta	$0.8 \leq C$	$0.5 \leq C \leq 0.8$	$C < 0.5$	0.5
4	Atrio o patio inferior	$R_{ap} = 0.1$	$0.1 \leq R_{ap} \leq 0.3$	$0.3 < R_{ap}$	0.5
5	Excentricidad de atrio o patio inferior	$f_1 = 0.4$ $f_2 = 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ $0.3 < f_2$	0.3
6	Subterráneo	$1.0 \leq R_{as}$	$0.5 \leq R_{as} < 1.0$	$R_{as} < 0.5$	1.0
7	Junta de dilatación	$0.01 \leq S$	$0.0005 \leq S < 0.01$	$S < 0.005$	0.5
8	Uniformidad de la altura de piso	$0.8 \leq R_h$	$0.7 \leq R_h < 0.8$	$R_h < 0.7$	0.5

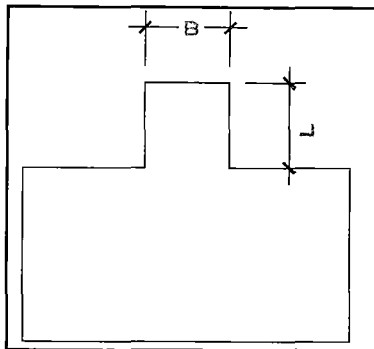
Fuente: evaluación del Riesgo sísmico en zonas urbanas, Barcelona 2002

### Desarrollo de los conceptos ( $q_i$ )

#### 1. Regularidad ( $a_1$ )

$a_1$ : La planta es simétrica en cada dirección, y el área de salientes es menor o igual al 10% del área total de la planta. Estas salientes son consideradas en el caso que  $L/B \geq 0.5$

FIG. N° 2.13: relación de entrantes en una edificación



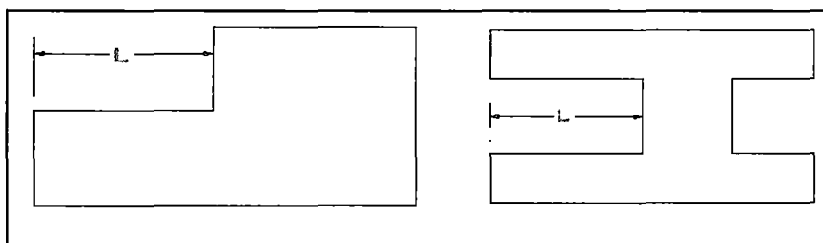
$a_2$ : La planta no es regular, y el área de salientes es igual o menor que el 30 % del área de la planta. Dentro de esta categoría se encuentran las plantas tipo L, T, U y otras.

$a_3$ : La planta es más irregular que el caso  $a_2$ , y el área de salientes es mayor que el 30% del área de la planta.

## 2. Relación largo – ancho, B:

Razón entre el la longitud mayor y la longitud menor de la planta. En las plantas tipo L, T, U, u otras se considera el lado mayor como  $2L$ , para  $L$  indicado en la figura:

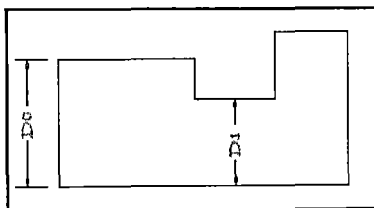
FIG. N° 2.14: lado mayor para las plantas tipo L, T, U



## 3. Contracción de la planta, c:

$$c = D_1/D_0$$

FIG. N° 2.15: contracción de la planta



**4. Atrio o patio interior,  $R_{ap}$ :**

Razón entre el área del atrio y el área total de la planta, incluida el área del atrio. Sin embargo, una caja de escaleras estructurada con muros de concreto armado no se considera en este análisis.

**5. Excentricidad del atrio o patio inferior,  $f$ :**

$f_1$ : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio, y la longitud menor de la planta.

$f_2$ : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio, y la longitud mayor de la planta.

**6. Subterráneo,  $R_{as}$ :**

Razón entre el área promedio de la planta de los subterráneos y el área promedio de la planta del edificio.

**7. Junta de dilatación,  $s$ :**

Este criterio se aplica a edificios que tienen juntas de dilatación. Razón entre el espesor de la junta de dilatación sísmica y la altura del nivel sobre el suelo donde se encuentra.

**8. Uniformidad de altura de piso,  $R_h$ :**

Razón entre la altura del piso inmediatamente superior al analizado y la altura de este. Para el caso del piso superior, el piso inmediatamente superior de esta ecuación es reemplazado por el piso inmediatamente inferior.

Según Hirosawa, el valor de  $S_D$  se calcula usando el valor más desfavorable entre los obtenidos para la característica en los diferentes pisos, valor que se asume como representativo del edificio completo.

**Cálculo del factor  $T$** 

El factor  $T$ , cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura debido al paso del tiempo o bien a la acción de sismos pasados u otras acciones que puedan haberla afectado. El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario. El factor  $T$  se determina de las Tablas N° 2.4-a y 2.4-b y con la siguiente fórmula:

$$T = (1 - P_t) * (1 - P_s) \quad \dots \text{Ecuación 2.26}$$

Tabla N° 2.4-a: cálculo del factor  $P_t$ 

## CALCULO DE T (DETERIORO Y ATENUACION)

		IDENT	A	B	C		
LOSA		1	0.017	0.005	0.001		
		2	0.006	0.002	0		
		3	0.002	0.001	0		
VIGAS		1	0.05	0.015	0.004		
		2	0.017	0.005	0.001		
		3	0.006	0.002	0		
PLACAS Y COLUMNAS		1	0.15	0.046	0.011		
		2	0.05	0.015	0.004		
		3	0.017	0.005	0.001		

CASOS		DETERIORO	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	EXPANSION DE GRIETAS EN EL CONCRETO DEBIDO A ERRUMBE DEL REFUERZO					
	A2	CORROSION EN EL REFUERZO					
	A3	GRIETAS POR FUEGO					
	A4	DETERIORO C*A* POR REACCIONES QUIMICAS U OTROS					
B	B1	DISOLUCION DEL ERRUMBE EN EL REFUERZO DEBIDO A FUGAS DE AGUA					
	B2	DETERIORO DEL C*A* ALREDEDOR DEL REFUERZO					
	B3	SEPARACION REMARCADA EN LOS ACABADOS					
C	C1	MANCHAS NOTORIAS POR AGUA, SUSTANCIAS QUIMICAS U OTROS					
	C2	BREVE SEPARACION DE LOS ACABADOS					Σ TOT (Pt)
			Pt				

Tabla N° 2.4-b: cálculo del factor  $P_s$ 

## CALCULO DE T (GRIETAS Y DEFLEXIONES)

		IDENT	A	B	C		
LOSA		1	0.017	0.005	0.001		
		2	0.006	0.002	0		
		3	0.002	0.001	0		
VIGAS		1	0.05	0.015	0.004		
		2	0.017	0.005	0.001		
		3	0.006	0.002	0		
PLACAS Y COLUMNAS		1	0.15	0.046	0.011		
		2	0.05	0.015	0.004		
		3	0.017	0.005	0.001		

CASOS		GRIETAS Y DEFLEXIONES	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	RAJADURAS QUE SIGUEN DIFERENTES DIRECCIONES					
	A2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINACIONES EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (VISIBLES AL OJO HUMANO)					
B	B1	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE INTERFIEREN CON LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES					
	B2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINADAS EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (NO VISIBLES AL OJO HUMANO)					
	B3	RAJADURAS DE DEFLEXION O VERTICALES EN VIGAS Y COLUMNAS (CLARAMENTE VISIBLES)					
C	C1	RAJADURAS ESTRUCT PEQUEÑAS (NO ES CASO A, NI B)					
	C2	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE NO CORRESPONDEN NI AL CASO A, NI AL CASO B					Σ TOT (Ps)
			Ps				

Los criterios de clasificación de daños causados por sismos son:

- **No estructural:**

Daños únicamente en elementos no estructurales

- **Estructural ligero:**

Grietas de menos de 0,5 mm de espesor en elementos de concreto armado.

Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de albañilería.

- **Estructural fuerte:**

Grietas de 0,5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto armado. Grietas

de 3 a 10 mm de espesor en muros de albañilería.

- **Estructural grave:**

Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de concreto armado. Aberturas en muros de albañilería. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto armado. Agrietamiento de capiteles y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1 % de su altura. Asentamiento de más de 20cm.

### **Cálculo del índice $I_{so}$**

El índice de resistencia demandada o requerida ( $I_{so}$ ) se determina a partir de la ecuación 2.40 siguiente:

$$I_{SO} = E_o \cdot Z \cdot G \cdot U \quad \dots \text{Ecuación 2.27}$$

Donde:

- $E_o$ : Valor básico del comportamiento de la estructura, relacionado con el nivel de evaluación.  $E_o = 0.8, 0.6$ , para el primer, segundo y tercer nivel de evaluación respectivamente.
- $Z$ : Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio ( $0.7 < Z < 1.0$ ).
- $G$ : Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas. Se considera igual a 1.0 para condiciones topográficas sin pendiente, e igual a 1.1 para zona de pendiente.
- $U$ : Factor de importancia del edificio por su uso. Se toma  $U = 1.5$  (caso de edificaciones esenciales).

### **Alcances del método**

Es aplicable a edificaciones de concreto reforzado de mediana y baja altura construidas mediante métodos convencionales y requiere de criterio especializado para el dictamen de ciertos parámetros con los que debe de cumplir la estructura para poderla evaluar.

## 2.5.2 Métodos cualitativos

Los métodos cualitativos son diseñados para evaluar de manera rápida y sencilla un grupo de edificaciones diversas, y seleccionar aquellas que ameriten un análisis más detallado. Estos métodos se utilizan principalmente para la evaluación masiva de edificios con fines de cuantificación del riesgo sísmico y por ende de la vulnerabilidad estructural, en una región amplia de una ciudad, y sus resultados, fuera de lo necesario para realizar dicha selección, no pueden tomarse realmente como concluyentes en ningún caso particular, salvo que se corrobore la seguridad de una edificación por otro método.

A continuación se consigna la descripción de uno de los métodos aproximados utilizados en el presente trabajo, para la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones existentes, las cuales comúnmente no cuentan con información detallada acerca de su diseño estructural, lo que impide realizar su análisis mediante los sofisticados métodos modernos que actualmente se utilizan para la evaluación del comportamiento o desempeño y la confiabilidad estructural a los cuales se hizo mención anteriormente. Si se tiene en cuenta que en ocasiones es necesario evaluar edificaciones relativamente antiguas, de las cuales no se conservan memorias de su diseño, y que en otras ocasiones es necesario evaluar en forma ágil un amplio número de edificaciones, como es el caso del presente estudio, estas técnicas son realmente útiles, dado que no es posible en la práctica llevar a cabo este tipo de evaluaciones de otra forma debido a los costos elevados que ello demandaría.

### 2.5.2.1 Método ATC-21

El método ATC-21, Método de Revisión por Filtro de Peligros Sísmicos Potenciales en edificaciones existentes, es un método muy sencillo que se basa en darle una calificación inicial a una edificación (Puntaje Básico) y a medida que se avanza en la revisión, se van considerando las características estructurales de la edificación y así mismo se le van restando o sumando puntos a la calificación inicial (modificadores).

El procedimiento comienza por identificar el sistema estructural que resiste las fuerzas sísmicas así como los materiales de los que está compuesto.



El ATC – 21, considera los siguientes tipos de edificación:

- **M.-** Edificación de Madera
- **S1.-** Pórticos de acero resistentes a momento
- **S2.-** Pórticos de acero arriostrado con diagonales
- **S3.-** Perfiles livianos de acero
- **S4.-** Pórticos de acero con placas de C°A°
- **C1.-** Pórticos de C°A°
- **C2.-** Edificios con placas de C°A°
- **C3/S5.-** Pórticos de C°A° ó Acero con albañilería de relleno en los vanos
- **PC1.-** Sistema estructural encajonado con elementos prefabricados
- **PC2.-** Pórticos de C°A° con gran altura
- **RM.-** Albañilería reforzada (confinada)
- **URM.-** Albañilería sin reforzar (no confinada)

En el caso que se tenga que evaluar una edificación donde se encuentre dos tipos de los mencionados anteriormente, se clasificará la edificación con la tipología menos resistente, esto se hace porque de antemano ya se conoce el tipo que fallará. Por ejemplo los sistemas estructurales que presentan los centros educativos son de pórticos de C°A° en la dirección larga y muros de albañilería confinada en la dirección corta, para este caso entre los tipos antes mencionados se tendría el C1 y el C3, para cada dirección respectivamente, pero de acuerdo a la clasificación del ATC-21 esta edificación sería del tipo C3.

El puntaje básico (definido según ecuación 2.28) se le irá sumando o restando a la calificación inicial dependiendo de factores modificadores tales como:

- i. Si es de gran altura, por ejemplo en edificaciones de albañilería confinada se recomienda construir las de 5 niveles como máximo; en edificaciones con placas de concreto armado de 15 niveles como máximo.
- ii. Condición de deterioro, en los edificios de concreto armado, por ejemplo, encontramos el deterioro del acero de refuerzo expuesto a corrosión; la segregación que se da cuando los agregados gruesos y finos se están separados; el ataque químico al concreto por agentes contaminantes como sales o sulfatos, debido al uso de materiales inadecuados como agregados con alto contenido de sulfatos.

En los edificios de albañilería, el defecto más común que se tiene es el mortero pobre o de baja calidad debido a una dosificación insuficiente de cemento: arena, este mortero es débil, y se nota porque es fácil de rayar con una navaja o una moneda, se deteriora con el tiempo debilitando el amarre de los ladrillos, es decir estos quedan prácticamente libres. También se puede observar el uso inadecuado de los ladrillos usados en los muros portantes, los cuales en muchos casos son del tipo pandereta. Otros defectos que se pueden dar son los asentamientos del suelo, dando como resultando fisuras en todo el muro.

- iii. Si tiene irregularidades geométricas (irregularidades en planta y en elevación, ver ítem 2.2.1.2 (a) y (b))
- iv. Si existe falla estructural por “piso blando” (ver ítem 2.2.1.3 (c))
- v. Si existe torsión en planta. (ver ítem 2.2.1.3 (g))
- vi. Si existe sobrecargas (ver ítem 2.2.1.3 (a))
- vii. Columnas cortas (ver ítem 2.2.1.3 (b))
- viii. Construcción post norma, se refiere a que si la edificación ha sido construida bajo los parámetros que establece la norma de diseño sismorresistente vigente.
- ix. La clasificación para los tipos de suelo que presenta la ficha es equivalente a los parámetros de suelo que se presenta en la Norma E.030-2003 (SL2 < > S2; SL3 < > S3 y SL3 & 8 a 20 pisos < > S4), no hay equivalencia para el tipo S1 de la Norma E.030 debido a que es un suelo muy rígido y no tiene penalización.

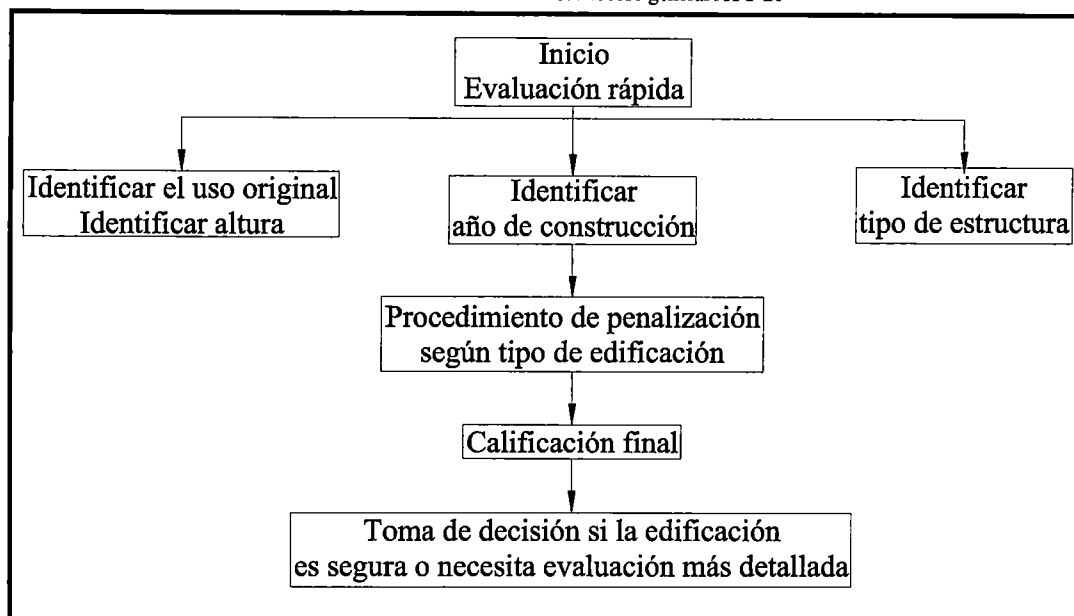
La información complementaria respecto a:

- Año de construcción: se refiere a dar un año estimado de construcción de acuerdo a su tipología estructural.
- Confiabilidad de los datos: por ejemplo se tomará como no confiable cuando se evalúe una edificación cuya estructura esté encerrada por muros altos de cerco; subjetivo, cuando la información recopilada es de criterio personal sujeta a discusión.
- La clasificación por tipo de colegio, se refiere al tipo de gestión que desarrolla el centro educativo, puede ser particular o estatal, etc.

La escala en este método va desde 0 (mal comportamiento sísmico), hasta 6 (muy buen comportamiento). Si un edificio resulta con una calificación inferior

o igual a 2, se requiere que se lleve a cabo una evaluación más detallada por ingenieros estructurales especialistas en diseño sismorresistente. La Figura 2.15 muestra el proceso general del ATC-21.

FIG. N° 2.16: Proceso general ATC-21



Fuente: Manual ATC-21

El puntaje Estructural Básico (BSH, Basic Score Hazard, ecuación 2.28) es definido, según el tipo de edificación; como el negativo del logaritmo (base 10) de la probabilidad de daño (D) que exceda el 60% del valor de la edificación.

$$\text{BSH} = -\text{Log} [\text{Pr}(D \geq 60\%)] \quad \dots \text{Ecuación 2.28}$$

El BSH es el puntaje inicial para un tipo de edificación [15], éste puede variar dependiendo de la zona sísmica (nivel de sismo), es decir donde se espera mayor aceleración durante un movimiento sísmico se obtendrá un BSH menor y donde se espera una aceleración menor se obtendrá un BSH mayor (ver Tabla N° 2.5).

Tabla N° 2.5: BSH por nivel de Intensidad

INTENSIDAD DE SISMO	TIPOLOGIA ESTRUCTURAL											
	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/S5	PC1	PC2	RM	URM
ALTA	4.50	4.50	3.00	5.50	3.50	2.00	3.00	1.50	2.00	1.50	3.00	1.00
MODERADA	6.00	4.00	3.00	6.00	4.00	3.00	3.50	2.00	3.50	2.00	3.50	2.00
BAJA	8.50	3.50	2.50	6.50	4.50	4.00	4.00	3.00	3.50	2.50	4.00	2.50

A continuación se presenta un ejemplo de ficha de evaluación que emplea el método de del ATC-21:



## **CAPITULO III:**

# **VULNERABILIDAD DE CENTROS EDUCATIVOS EN EL DISTRITO DEL RÍMAC**

Este capítulo contiene la presentación general del distrito y un historial sísmico del mismo, así como los diversos estudios ingenieriles dentro y fuera de la zona de estudio. Se desarrolla el estudio cualitativo aplicando la metodología del ATC-21 de los centros educativos inspeccionados y se identifica aquel cuyas condiciones infraestructurales son más críticas y con la finalidad de realizar un estudio más minucioso en el capítulo IV.

### **3.1 Historial sísmico**

#### **3.1.1 Cronología y características de los sismos más importantes ocurridos en diversos puntos del Perú y en la ciudad de Lima.**

De acuerdo a los datos históricos de sismos ocurridos en el Perú [5], se estima que se han producido más de 2,500 temblores en el territorio desde la conquista hasta fines del siglo XIX, se advierte que por varias causas no se anotaron muchos sismos, en el periodo de 1600 a 1700.

Los daños materiales fueron cuantiosos debido a que las construcciones eran inadecuadas para resistir los violentos movimientos del suelo. Primaban las construcciones de adobe y quincha en la costa, las de piedra en las regiones altas, como en Arequipa donde se construyó con sillar, que es un tufo volcánico fácil de manejar pero de bajo nivel de comportamiento sísmico.

A mediados del siglo XVII, Lima la principal metrópoli de América del Sur, había desarrollado y adquirido una fisonomía muy peculiar; sus calles rectas, sus

edificaciones de ladrillo y adobe con halconería de madera y sus setenta templos y campanarios eran motivo de orgullo. El terremoto de 1687 destruyó toda esa magnificencia arquitectónica, aunque reconstruida por el Virrey don Melchor de Navarra de Rocafull, volvió a ser íntegramente destruida por el gran sismo de 1746, que acompañado de un tsunami arrasó el puerto del Callao. En este periodo otras ciudades del Perú fueron destruidas por grandes sismos, como Arequipa sucesivamente en 1582, 1600 y 1784; la ciudad imperial del Cuzco en 1650; Trujillo en 1618 y 1725.

Durante el siglo XIX sucedieron varios sismos; uno de los principales por su intensidad fue el de 1868, que devastó Arequipa, Tacna y Arica. Este movimiento fue seguido de un tsunami que puso en conmoción a todo el Océano Pacífico, llegando a las alejadas playas del Japón, Nueva Zelandia y Australia.

En el siglo XX, los sismos ocurridos fueron notables por su intensidad y estragos que causaron, los terremotos que afectaron a Piura y Huancabamba (1912), Caravelí (1913), Chachapoyas (1928), Lima (1940), Nazca en (1942), Quiches Ancash (1946), Satipo (1947), Cuzco (1950), Tumbes (1953), Arequipa (1958-1960), Lima (1966), Chimbote y Callejón de Huaylas (1970), Lima (1974).

Por la base de datos del historial sísmico del Perú, considerado hasta 1974, los sismos han dejado un saldo trágico aproximado de 80,000 muertos, decenas de millares de heridos y una destrucción material, valuada en decenas de millones de dólares.

Entre los principales y más importantes sismos ocurridos en el siglo XX tenemos:

### **Siglo XX**

- **Nazca-Ica**, ocurrió el 12 de noviembre de 1996, se le asignó una magnitud de  $M_w = 7.7$ . Fue motivo para actualizar la Norma de 1977, elaborándose la Norma E.030-1997.
- **Lima**, ocurrió el 18 de abril de 1993; se le asignó una magnitud  $M_w$  de 6.4.
- **Callao, La Molina y Chorrillos**, el 3 de octubre de 1974, ocurrió un terremoto con aceleraciones máximas registradas de 260 gals, magnitud de 7.6 grados Richter e intensidades de hasta IX MM., tuvo una duración de 1 minuto 20 segundos y produjo daños importantes en los distritos de Lima, incluyendo el Rímac.

- **Chimbote-Huaraz**, el 31 de mayo de 1970, un domingo por la tarde ocurrió uno de los más catastróficos terremotos de la historia del Perú y posiblemente del hemisferio occidental. Murieron ese día 50,000 personas, desaparecieron 20,000 y quedaron heridos 150,000, según el informe de la Comisión de la Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA). La mayor mortalidad se debió a la gran avalancha que siguió al terremoto y que sepultó al pueblo de Yungay. Las zonas más afectadas fueron, prácticamente todo el departamento de Ancash y el sur del departamento de la Libertad. En la región costera quedó destruida Casma, ciudad de viejas construcciones de adobe. Chimbote, ciudad industrial y pesquera, sufrió graves daños con diversidad de estructuras. Menor destrucción se apreció en Trujillo y Huarney. Los daños fueron severos en el Callejón de Huaylas, sobre todo en Huaraz. Se produjeron intensidades de VIII MM, en la zona del Callejón de Huaylas fue de grado VII-VIII. En Huarney VII y en Trujillo VI-VII.

A consecuencia del terremoto, se produjo un gran aluvión que arrasó la población de Yungay, en el Callejón de Huaylas. La cornisa Norte del Nevado Huascarán, se desprendió, arrastrando piedras, hielo y lodo y cubrió a Yungay y parte de Ranrahirca. Un gran deslizamiento de forma rotacional se observó a lo largo de la margen derecha del río Santa, a la altura de Recuay que represó el río.

Evaluación de daños: CRYRZA proporcionó los siguientes datos (1971):

- 60 000 viviendas necesitaban reconstruirse
- De 38 poblaciones, 15 quedaron con las viviendas destruidas en más de un 80%, e resto sufrió daños de consideración.
- En 18 ciudades con un total de 309 000 habitantes y en 81 pueblos con una población de 59 400 personas, los alcantarillados quedaron inhabilitados.
- 6 730 aulas fueron destruidas.
- La capacidad de energía eléctrica de Ancash y la Libertad quedó reducida a un 10%, por los serios daños causados a la Central Hidroeléctrica de Huallanca.
- Quedaron dañadas las facilidades para irrigar 110 000 hectáreas.

- El 77% de los caminos de la Libertad y Ancash, se interrumpieron así como el 40% de los existentes en Chancay y Cajatambo.

En la ciudad de Lima se alcanzó una intensidad de Grado VI MM.

- **Lima**, el 17 de octubre de 1966 a 16:41 horas, la ciudad fue estremecida por un sismo que indudablemente era uno de los más intensos que se habían producido desde 1940. Dejó un saldo de cien muertos, y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe situada al norte. La intensidad máxima se estimó en grado VIII de escala MM, la aceleración registrada en Lima estuvo acompañada de periodos dominantes del orden de un décimo de segundo.

En el centro de Lima y en algunos sectores, se veían caídas de muros, cornisas y enlucidos, así como roturas de vidrios de los edificios.

En el tramo 169 de la carretera Panamericana Norte, se observaron grietas de dirección N 75 W. En la Costa hubo deslizamientos de material suelto de los acantilados de Chorrillos, Miraflores y Magdalena que causaron gran polvoreda. Efectos sobre las construcciones: hubo destrucción importante en construcciones de adobe, en estructuras que adolecían de defectos de diseño y de pobre construcción, en viviendas antiguas ya debilitadas por sismos y por efecto del suelo blando.

- **Lima**, el 24 de mayo de 1940, a las 11:35 horas, la ciudad capital y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un terremoto que se aproximó al grado de VII-VIII MM. Tuvo un área de percepción que comprendió casi todo el Perú. Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Lurín y Chancay, el efecto se acentuó en las construcciones de fábricas antiguas y en las de estado semirruinoso, la catedral sufrió averías así como varios templos más antiguos. El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3500 heridos. Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños en un 38% las viviendas de quincha; 23% las viviendas de adobe; 20% las viviendas de ladrillo, 9% las viviendas de cemento y 10% las casas construidas con diversos materiales [5], las construcciones nuevas también fueron afectadas, se le atribuye este hecho a la constitución del terreno.



El puerto del Callao, que sufrió ruina considerable, está edificado sobre terreno arenoso, saturado de agua; y el balneario de Chorrillos está situado en una zona próxima a barrancos de terreno aluvial incoherente. En Chancay a 60km al norte de Lima, los daños en las construcciones fueron comparables a los observados en Lima; las dos antiguas iglesias de este puerto colapsaron por completo y muchas construcciones de quincha en mal estado sufrieron la caída de paños enteros de tabiques.

Los efectos del sismo en los pueblos dentro del área epicentral, fueron marcados por la topografía, por la calidad y antigüedad de las construcciones. Según Richter en 1945 [5], la posición geográfica del epicentro fue  $10^{\circ}$  S y  $77^{\circ}$  W que fue determinada por el laboratorio de Pasadena. Luego del sismo hubo un tsunami en Ancón, este fenómeno se observó en la Punta, Callao y en Pisco.

### **Siglo XXI**

- **Arequipa**, la tarde del sábado 23 de junio del 2001 se produjo un sismo en el Sur del Perú, con epicentro frente a las costas del departamento de Arequipa. El terremoto afectó la región sur de país, y ciudades en Chile y Bolivia; el tsunami que siguió al evento afectó severamente la zona costera de Camaná. Pese a que las intensidades en la zona afectada no fueron muy elevadas, el terremoto causó un impacto social y económico importante. Según el Instituto Nacional de Defensa Civil el número de damnificados asciende a 220,000 y los fallecidos reportados a 83. La Oficina del Departamento del Interior de los Estados Unidos USGS, asignó al evento una magnitud  $M_w = 8.4$ . El Instituto Geofísico del Perú (IGP), reportó la magnitud como  $M_s = 7.9$ .

Dentro de todo este contexto, se establece, que entre el sur de Lima y Nazca se está produciendo un “silencio” sísmico, correspondiente al terremoto de 1687. Esto representa un peligro potencial para la Capital del país y centros poblados del sur, siendo el sismo máximo probable de magnitud 8.0 en la escala Richter y presencia de intensidades de VIII a IX en la escala Mercalli Modificada.

### Característica de los sismos

A continuación se presenta la Tabla N° 3.1, donde se mencionan los parámetros de los principales terremotos ocurridos entre los siglos XVI - XIX

**TABLA N° 3.1:**  
Parámetros de los grandes terremotos ocurridos en el Perú, siglos XVI - XIX

Fecha		Hora Local	Epicentro Aproximado		Lugar	Magnitud
Día/Mes	Año		Lat.S.	Long. W		
02-Ene	1582	11:30	16.30	73.30	Costa Arequipa	7.9
09-Jul	1586	19:30	12.20	77.70	Costa Lima	8.1
24-Nov	1604	13:30	18.00	71.50	Costa Moquegua y Tacna	8.4
14-Feb	1619	11:30	8.00	79.20	Costa Trujillo	7.8
31-Mar	1650	14:00	13.80	72.00	Cuzco	7.2
13-Nov	1655	14:38	12.00	77.40	Frente Isla San Lorenzo	7.4
12-May	1664	04:15	14.00	76.00	Ica	7.8
20-Oct	1687	05:30	13.00	77.50	Costa Sur Lima	8.2
28-Oct	1476	22:30	11.60	77.50	Costa Norte Lima	8.4
13-May	1784	07:36	16.50	72.00	Costa Arequipa	8.0
07-Dic	1806	18:00	12.00	78.00	Frente Puerto del Callao	-.-
10-Jul	1821	13:00	16.00	73.00	Costa Arequipa	7.9
13-Ago	1868	16:45	18.50	71.20	Costa Tacna	8.6
09-May	1877	20:28	19.50	71.00	Costa Sur Arica	-.-

Fuente: Silgado Ferro, Enrique; "Historia de los Sismos más notables en el Perú"

Las coordenadas del epicentro son aproximadas. La magnitud instrumental, un concepto que se utiliza hoy un día para determinar la medida de un terremoto se establece en base de las relaciones empíricas que han encontrado entre la magnitud, intensidad y extensión areal de los sismos ocurridos en el Perú durante los últimos treinta y cinco años.

En las Tablas 3.2 y 3.3 se presentan los parámetros de los movimientos sísmicos más importantes ocurridos en el Perú entre 1913 al 2001, cuyas características y efectos macrosísmicos se han descrito anteriormente; las fuentes de información son los catálogos del sumario sismológico internacional (ISS) y los del servicio Geodésico y Costanero de los EE.UU. (USCGS, hoy NNOA) y los de Gutenberg – Richter

Tabla N° 3.2:  
Parámetros de los movimientos sísmicos más importantes ocurridos en el Perú entre 1913 a 1956

Fecha		Hora (TMG)	Posición		Prof. Km.	Magnitud	Región Afectada
Día/Mes	Año		Lat.S.	Long. W			
28-Jul	1913	06:40:00	17.00	73.00		7.0	Chala
06-Ago	1913	22:14:24	17.00	74.00		7.8	Caravelí
11-Oct	1922	14:49:54	16.00	72.50	50	7.4	Caravelí
11-Mar	1926	11:20:00	13.70	76.60			Lima
09-Abr	1928	17:34:15	13.00	69.00	30	6.9	Carabaya-Puno
14-May	1928	22:14:46	5.00	78.00		7.3	Chachapoyas
18-Jul	1928	19:05:00	5.50	79.00		7.0	Chachapoyas
20-Ene	1932	02:30:50	12.00	77.50	100	6.8	Lima
21-Jun	1937	15:13:00	8.50	80.00	60	6.8	Trujillo
24-May	1940	16:33:57	10.50	77.00	50-60	8.2	Lima
		16:34:00*	10.50	77.6*	42*	8.2	
11-May	1941	05:09:00	13.80	74.20			Caravelí
18-Sep	1941	13:15:00	14.00	72.00			Cuzco
24-Ago	1942	20:50:27	15.00	76.00		8.4	Nazca
06-Ago	1945	23:02:00	6.00	77.00	30		Moyobamba
21-Ago	1945	16:29:39	10.50	74.90			San Ramón-Pasco
30-Sep	1946	00:59:38	14.00	76.50		7.0	Pisco
10-Nov	1946	17:42:54	8.30	77.80	30	7.3	Quiches-Ancash
01-Nov	1947	14:58:52	11.00	75.00	60	7.5	Satipo
11-May	1948	08:55:41	17.50	71.00	60-70	7.1	Moquegua
28-May	1948	05:36:08	13.10	76.20	55	6.8	Cañete
21-May	1950	18:38:00	14.00	72.00	9	6.0	Cuzco
10-Dic	1950	02:50:40	14.50	76.50		7.0	Ica
04-Mar	1951	11:17:33	16.00	74.50	32	6.8	Caravelí
08-May	1951	20:01:08	7.50	80.00			Chiclayo
24-Jun	1951	01:44:26	8.50	80.00			Trujillo
03-Oct	1951	11:07:09	17.00	71.00	100		Moquegua-Tacna
20-Ene	1952	09:10:03	16.00	74.00	64		La Unión-Arequipa
26-Feb	1952	11:31:04	14.10	69.90	190		Cuzco
31-Mar	1952	00:51:40	6.00	79.50			Cutervo
03-Ago	1952	13:13:44	12.50	78.00			Lima
15-Feb	1953	09:33:00	12.00	77.50			Lima
12-Dic	1953	17:31:25	3.60	80.50		7.7	Tumbes
21-Abr	1954	20:23:05	13.00	77.00	100		Mala
09-Feb	1955	16:06:00	11.50	77.50			Cañete
09-Mar	1955	17:11:26	5.20	78.90			Jaén
21-Jul	1955	11:45:49	15.40	74.00	60	6.8	Caravelí
19-Ago	1955	07:44:44	8.00	79.50	60		Trujillo
18-Feb	1956	01:37:16	10.00	79.00			Trujillo-Chimbote

Fuente: Silgado Ferro, Enrique; "Historia de los Sismos más notables en el Perú"

\* Recalculado por el USGS, en 1975 [5]

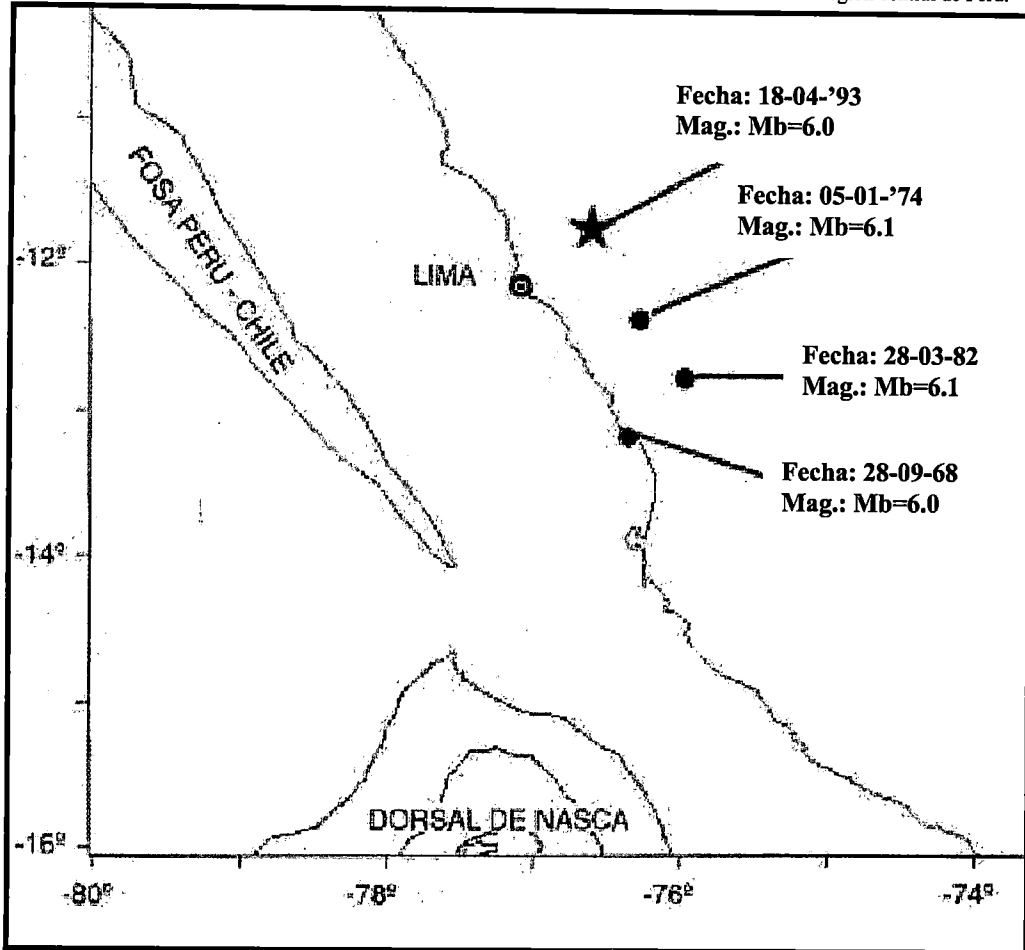
Tabla N° 3.3:  
Parámetros de los movimientos sísmicos más importantes ocurridos en el Perú entre 1956 al 2001

Fecha		Hora (TMG)	Posición		Prof. Km.	Magnitud	Región Afectada
Día/Mes	Año		Lat.S.	Long. W			
29-Oct	1956	15:42:10	8.80	77.20			Huánuco
18-Ene	1957	23:49:55	11.40	77.50	100	6.75	Sayán
15-Ene	1958	19:14:31	16.50	72.00	60	7.3	Arequipa
01-Mar	1958	09:05:45	13.30	76.50	53		Pisco
26-Jul	1958	17:37:10	16.30	76.50	610	7.5	
07-Feb	1959	09:31:51	4.00	81.50		7.25	Talara
19-Jul	1959	15:06:11	15.00	70.50	200	7.0	Arequipa
24-Dic	1959	12:50:35	13.50	74.00			Ayacucho
13-Ene	1960	15:40:24	16.00	73.00	63	7.5	Arequipa
15-Ene	1960	09:30:19	15.00	75.00	150	7.0	Nazca
09-Mar	1960	23:54:26	16.00	72.00		6.0	Arequipa
20-Nov	1960	22:01:56	6.70	80.80		6.75	Costa Lambayeque
28-Ene	1961	03:24:50	13.70	75.00		5.00	Mala-Cañete
03-Jul	1961	14:49:31	8.60	79.20	25		Trujillo
04-Mar	1962	00:41:39	10.60	75.80	20		Junín
18-Abr	1962	19:14:39	9.90	78.90	39	6.75	Casma
30-Ago	1963	15:30:00	7.10	81.00	33	6.5	Trujillo
17-Sep	1963	05:54:34	10.60	78.20	61	6.75	Ancash
24-Sep	1963	16:30:16	10.60	78.00	80	7.0	Ancash
26-Ene	1964	09:09:34	16.30	71.70	116	6.3	Arequipa
08-May	1965	22:23:00	13.70	71.60	20	4.3	Urcos
30-Jul	1965	05:45:16	18.00	70.60	73	5.5	Arequipa
17-Oct	1966	21:41:57	10.70	78.60	38	7.5	Norte Lima
19-Jun	1968	08:13:36	5.60	77.20	28	7.0	Moyobamba
28-Sep	1968	13:53:35	13.10	72.40	66	6.3	Mala-Pisco
05-Feb	1969	04:10:13	8.10	80.10		6.5	
24-Jul	1969	02:59:21	11.80	75.10	1	5.6	Pariahuanca
01-Oct	1969	05:05:43	11.60	75.20	43	6.2	Pariahuanca
14-Feb	1970	11:18:00	9.90	75.60	35	5.9	Panao
31-May	1970	20:23:29	9.20	78.80	43	7.7	Chimbote-Huaraz
10-Dic	1970	04:34:39	4.00	80.70	25	7.1	Querocotillo
05-May	1971	17:28:11	8.30	77.80	34	4.9	Quiches
10-Jun	1971	06:47:35	10.80	76.20	89	5.7	Pasco
11-Jun	1971	01:33:00	4.20	80.70	43	5.4	Tumbes
24-Sep	1971	04:32:55	16.40	73.70	37	5.6	Arequipa
15-Oct	1971	10:33:47	14.20	73.50	54	5.7	Apurímac
22-Mar	1972	07:34:00	6.80	76.80	64	6.5	Juanjuí
18-Ago	1972	14:50:51	13.90	74.60	14	5.4	Ayacucho
05-Ene	1974	08:33:51	12.30	76.40	98	6.6	Huarochiri
03-Oct	1974	14:21:29	12.30	77.80	13	7.5	Lima y Sur
18-Abr	1993	09:16:21	11.75	76.62	96	6.4*	Lima
12-Nov	1996	11:59:00	14.99	75.63	21	7.7*	Nazca
23-Jun	2001	20:23:00	16.08	73.77	33	8.4*	Arequipa

(\*) = Magnitud en  $M_w$

Fuente: Silgado Ferro, Enrique; "Historia de los Sismos más notables en el Perú"

Figura N° 3.1: Localización de los terremotos ocurridos en los últimos 30 años en la región central de Perú.



Fuente: Sociedad Geológica del Perú, parámetros de la fuente sísmica del terremoto de Lima del 18 de abril de 1993.

### 3.2 El distrito del Rímac

#### 3.2.1 Datos generales del distrito

El distrito del *Rímac* se encuentra ubicado en la parte central y occidental del Perú, ubicado en los 77° 02' 18" de Longitud Oeste y los 12° 01' 30" de Latitud Sur.

#### • Datos Generales:

El distrito del Rímac, pertenece a la provincia de Lima como se aprecia en la Fig. N° 3.2 y se encuentra dentro del departamento de Lima. Su fecha de creación data del 02 de febrero de 1920.

El distrito tiene como región natural la Costa, tiene una altitud sobre el nivel del mar de 161 m.s.n.m.

De acuerdo al último censo de población y vivienda de 1993, la población en el distrito alcanzaba un total de 189,736 habitantes, pero según investigaciones

realizadas por el INEI, para el año 2002 la población ascendió a un total de 211,679 habitantes.

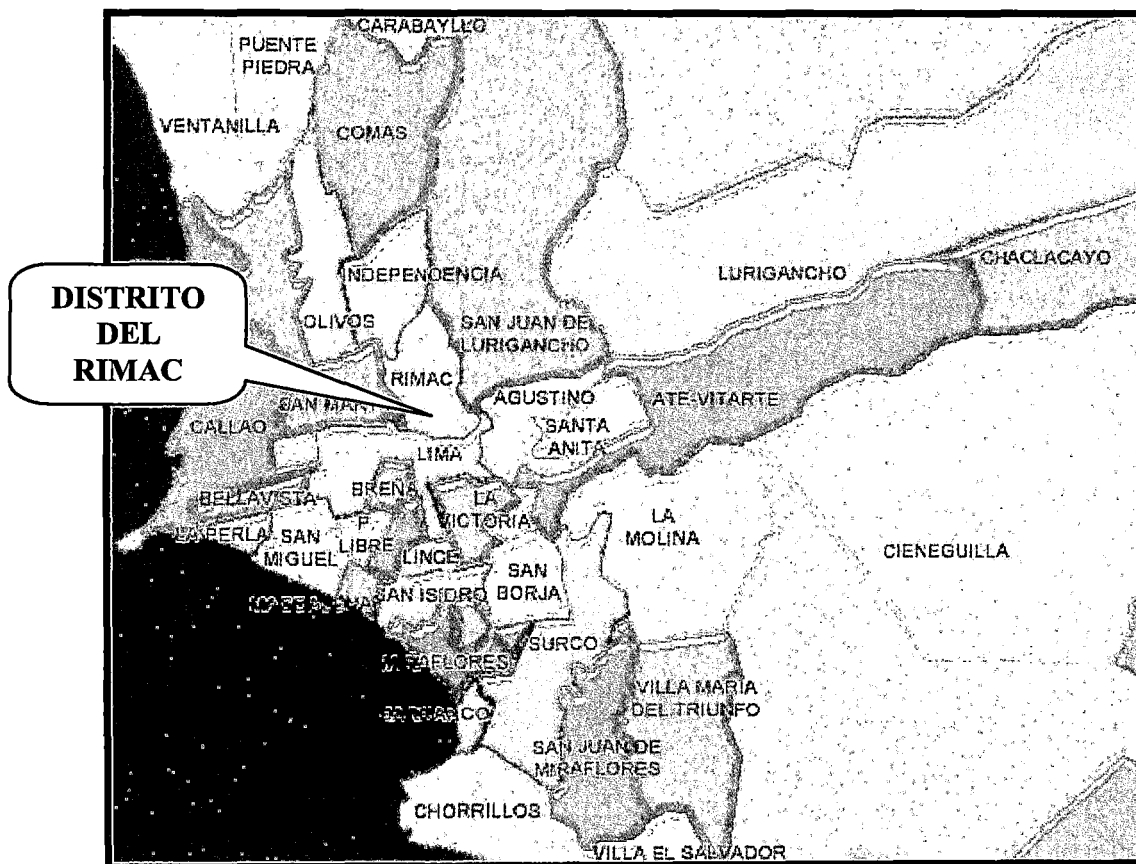
El distrito tiene una superficie total de 11.87 km<sup>2</sup> y presenta un densidad poblacional de 17833.1 hab. / km<sup>2</sup>.

En total en el distrito existen 53 asentamientos humanos.

• **Límites Distritales:**

Los límites del distrito se pueden apreciar en la figura N° 3.3; por el Norte limita con Independencia, por el Sur con el Cercado de Lima, por el Este con San Juan y por el Oeste con el distrito de San Martín de Porres.

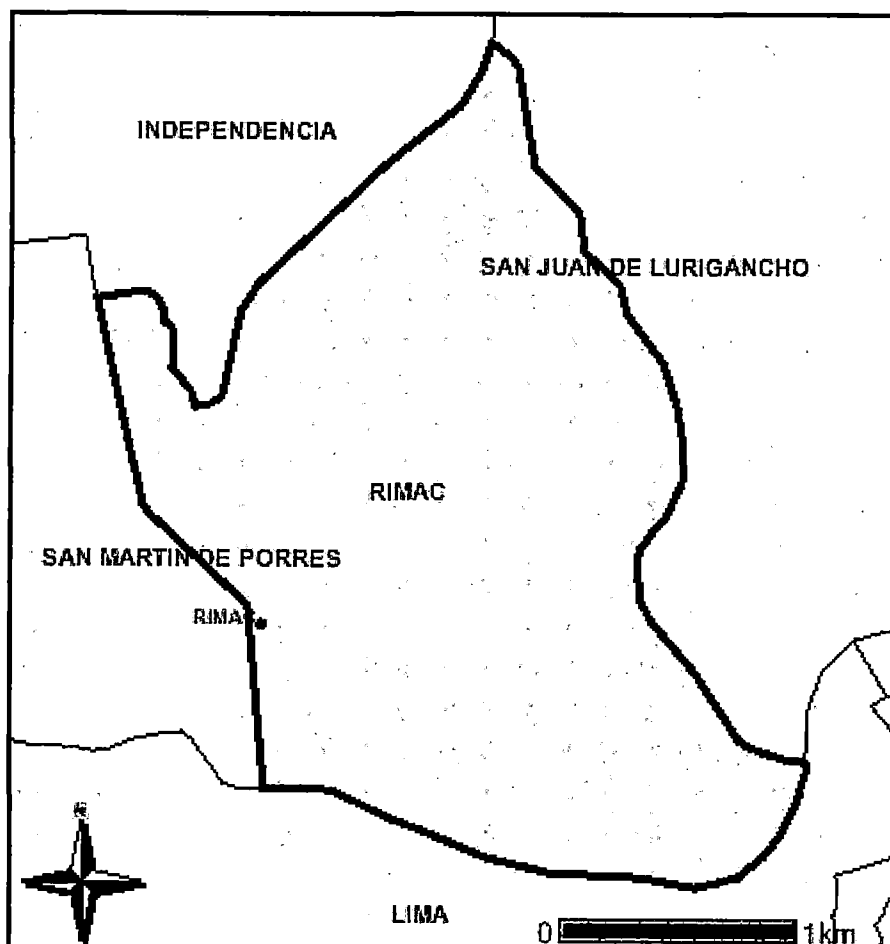
Figura N° 3.2: Ubicación del distrito del Rímac, en la gran Lima



Fuente: Mapa de los distritos de Lima

(<http://www.guiacalles.com/calles/index.asp?ID=planolima&info>)

Figura N° 3.3: Límites actuales distritales del distrito del Rímac



Fuente: Investigaciones distritales de Lima, INEI-96

### 3.2.2 Reseña Histórica [2],[3]

El distrito del Rímac es uno de los lugares más antiguos, tradicionales e históricos de la ciudad de Lima, capital del Perú, se encuentra al norte de Lima, en la ribera opuesta del río Rímac. Existen testimonios arqueológicos de la presencia de pobladores desde el horizonte temprano, como lo evidencia el llamado templo La Florida. A la llegada de los conquistadores españoles a mediados del siglo XVI, en el valle se encontraron un conjunto de “curacazgos” o gobiernos locales, que habían sido conquistados por los Incas entre 1460 y 1470. Aquí, el español Francisco Pizarro, fundaría la ciudad de los Reyes o Lima, el 18 de Enero de 1535.

Donde hoy se levanta el actual distrito del Rímac, existía el curacazgo de Amancaes, cuya población se dedicaba a la pesca de camarones en el río. Esta parte del valle era una zona de cruce obligatorio de norte a sur desde tiempos prehispánicos, ya que los españoles encontraron un puente de sogas de la época

Inca que reemplazaron por uno de madera y otro de ladrillo, hasta que se construyó uno de piedra, que se usa hasta la actualidad (llamado PUENTE DE PIEDRA, dicho puente une la ciudad capital con el distrito del Rímac).

Al hacerse accesible esta ribera del río, españoles de diversos niveles se interesaron por adquirir terrenos, hasta que en 1563 empezó una epidemia de lepra entre los esclavos africanos, motivando que un hombre piadoso llamado Antón Sánchez, construya la iglesia y hospital de leprosos de San Lázaro, en el jirón Trujillo, que fue el centro del poblado que comenzaba a crecer, *con la construcción de casas con huerta.*

Hacia el siglo XVII se crearon nuevas calles y se vendieron terrenos, **construyéndose sobre estos edificios de uno y dos pisos para vivienda**, y luciendo en las fachadas los típicos balcones de madera, algunos de los cuales se conservan hasta la fecha y son considerados monumentos históricos. En esta época el Virrey Marqués de Montesclaros construye el puente de piedra, que reemplazaría a los anteriores puentes, así como la Alameda de los Descalzos, ambos en 1610.

Para el siglo XVIII, el Rímac se convierte en un lugar de solaz y esparcimiento de la sociedad colonial, con el arreglo de la Alameda de los Descalzos y la construcción del Paseo de Aguas, la Plaza de Toros de Acho, todos por el Virrey Manuel de Amat, quintas de recreo con jardines como la Quinta Presa y varios conventos y templos que se van a sumar a los construidos en el siglo XVI, sin embargo a pesar de este momento de bonanza, entre fines del siglo XIX e inicios del siglo XX, se empieza a definir el carácter popular del distrito, **con la construcción de viviendas multifamiliares populares.**

El Rímac como distrito nace recién el 2 de febrero de 1920, gracias a un decreto supremo de promulgado por el presidente del Perú, Augusto B. Leguía. En 1920 y 1940 se empieza a experimentar un proceso de crecimiento y expansión a causa de la gran cantidad de emigrantes venidos para ocupar las nuevas plazas laborales creadas a raíz de la Industrialización y modernización de Lima. Los nuevos espacios de vivienda son las quintas, corralones, callejones y solares. A partir de 1950 empieza a usarse los cerros y las zonas desérticas, posteriormente surgen urbanizaciones para los sectores medios de la sociedad, a partir de la parte colonial del Rímac, surge el distrito actual, con diversas formas de doblamiento.



La gran demanda habitacional se expresa en el hacinamiento, la sobre utilización del espacio y la exagerada subdivisión, produciendo inmuebles de baja calidad arquitectónica, desorden, deterioro urbano y trayendo como consecuencia la tugurización y destrucción de edificios históricos que son usados como viviendas populares.

A pesar de tantos problemas, el Rímac, ligado a la evolución histórica y a los avatares de la ciudad capital, cuenta con un importante patrimonio histórico monumental (prehispánico, colonial y republicano), así como un rico patrimonio vivo o contemporáneo, conformado por artistas creadores y difusores de cultura, como expresión de la idiosincrasia y calidad humana de los vecinos.

Por sus características excepcionales, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura “UNESCO”, declaró al área denominada Centro Histórico de Lima (en la que esta incluido el distrito del Rímac), patrimonio cultural de la humanidad, en mérito a su carácter monumental e histórico, al mismo nivel que otros espacios mundialmente conocidos, como las Pirámides de Egipto, la Ciudad del Vaticano, la Acrópolis de Atenas, etc.

En la zona antigua del Rímac, se conservan casonas con balcones, conventos e iglesias, edificios y espacios públicos monumentales de la colonia, que conforman el 40% de monumentos del Centro Histórico de Lima.

El distrito del Rímac conocido como Abajo el Puente, representa la esencia del criollismo, los más de cinco millones de habitantes de Lima Metropolitana que diariamente pasan los puentes, en su mayoría desconoce que este distrito de nombre tan antiguo y expresivo, posee en sus templos y museos valiosos testimonios del paso de los siglos, obras de arte excepcionales y recuerdos del ingenio y esfuerzo humanos dignos de apreciarse.

El Rímac, como los demás distritos de Lima ha crecido notablemente durante las décadas pasadas y junto con Carabayllo han dado nacimiento, por separaciones sucesivas, a nuevos distritos como San Martín de Porres, Independencia, Comas, San Juan de Lurigancho y nuevos barrios y asentamientos humanos que ya se trepan los cerros como Ciudad y Campo, el Bosque, Tarma Chico, Leticia, Mariscal Castilla y otros.

En el distrito del Rímac se encuentra el Asilo de Ancianos “Canevaro” además existen importantes instituciones tutelares estatales como la Unidad de Servicios

Educativos (USE) N° 02, la Universidad Nacional de Ingeniería, la Gran Unidad Escolar (G.U.E) Ricardo Bentín y otros como el antiguo local del Estanco del Tabaco, el centro de esparcimiento de la policía “El Potao”, el Fuerte Rímac, la sede del club Sporting Cristal, la Fábrica Inca Kola y las oficinas de la Fábrica Backus.

La USE N° 02, tiene sus oficinas ubicadas en la intersección de las avenidas prolongación Tacna y Alcázar, tiene dentro de su jurisdicción a los distritos de Rímac, Independencia, San Martín de Porres y Los Olivos, en total administra más de 300 colegios de dependencia estatal.

La G.U.E Ricardo Bentín es uno de los colegios de mayor renombre en el distrito, fue inaugurado el 5 de mayo de 1952. En la actualidad el colegio tiene a su cargo la educación de unos 1200 alumnos en un solo turno, es muy notorio la caída de nivel de ésta noble institución puesto que en un principio se tuvo a cargo mas de 5000 alumnos divididos en tres turnos con el manejo de la formación de 200 profesores. El local de este centro se encuentra en la avenida Ricardo Bentín.

El colegio externado Santo Toribio fue fundado en 1847 por el Arzobispo Francisco Javier de Luna Pizarro, Prócer de la Independencia y primer presidente de la Constituyente. Su denominación de “Externado”, obedece al hecho de que su creación constituyó una nueva sección de alumnos externos del Seminario de Santo Toribio, que fuera fundado por éste, allá por el siglo XVI con la finalidad de promover la vocación sacerdotal en ese plantel. La influencia de este centro de estudios en la vida republicana ha sido fecunda, allí estudiaron entre otras personalidades: Andrés Avelino Cáceres, Nicolás de Piérola, Juan de Mendoza Rodríguez, el recordado ministro de educación que mando a construir las grandes unidades escolares. El local que ocupa actualmente, ubicado en el Jirón Virú, data de 1962.

Una de las instituciones superiores de formación profesional más prestigiosas del país indudablemente que es la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), que se levanta en este distrito y cuya historia esta “ligada a la exploración y explotación de nuestros recursos; una historia en la que no relumbran ni las galas del discurso político, ni las finuras del arte, ni el brillo de las armas. La ingeniería cava cimientos y robustece estructuras, y si no conoce heroísmos

momentáneos ni encumbramientos repentinos es porque su acción esta hecha de constancia y la eficacia de su hogar se mide por la permanencia” [2].

### **3.2.2.1 Barrio del Rímac, Evolución Histórica y Urbana**

#### **a) Primeros pobladores del Rímac (1535-1572)**

Cuando llegaron los españoles al valle del Rímac, éste estaba dividido en varios curacazgos, siendo el más importante el de Lima. Al otro lado del río Rímac se encontraba el curacazgo de Amancaes. Es sobre este curacazgo que se ubica a la población de indios dedicados a la pesca de camarones, llamados los indios camaroneros, el paso entre ambos lados se hacía peligroso especialmente en épocas de crecida, es por eso que los españoles construyeron un puente de madera para cruzar, llamado “puente de palo”. Es así que al hacerse más accesible el otro lado del río los españoles empezaron a interesarse por adquirir terrenos.

#### **b) Construcción de San Lázaro y el primer poblado**

En 1563 entre los esclavos negros se empezó a manifestar el mal de lepra, para estos enfermos se construyó un hospital y una iglesia, donde se les recluyó para evitar que estuvieran deambulando por la ciudad. De allí que surge el nombre de “Arrabal de San Lázaro”.

Debido a que el principal oficio de la población era la pesca, eligieron como patrón a San Pedro, advocación que daría el nombre al poblado.

#### **c) Urbanización del área histórica del Rímac**

##### **1. Núcleo generador (1590-1600)**

En 1590 el virrey Fernando de Torres y Portugal ordena la reducción de toda la población indígena de la ciudad y sus alrededores al llamado “pueblo de indios de Santiago del Cercado”.

El traslado de los indios camaroneros a la reducción del Cercado, dejó áreas libres que se lotizaron y se entregaron bajo diversas modalidades a sus nuevos dueños, en su totalidad españoles. Fue este hecho que marco el inicio de la expansión urbana de Lima en los terrenos de “abajo del puente”, iniciándose la acelerada construcción de casas de adobe con techos de madera, jardines y grandes huertas, crecimiento que continuaría a través del XVII.

Este primer *suburbio limeño*, basa su diseño urbanístico en la iglesia y hospital de San Lázaro edificación a la que se le dio especial preeminencia por motivos

religiosos, además junto al puente de piedra la iglesia conformó el *eje gobernador de la urbanización* de esta área, siendo llamado calle Real o de Trujillo. El otro eje que determinó el crecimiento del suburbio fue el antiguo camino inca (Francisco Pizarro) que iba hacia el interior del virreinato y que era transversal al primero.

El núcleo central de los terrenos lotizados inicialmente era la iglesia de San Lázaro y se desarrollaron sobre la base de la cuadrícula en manzanas de 90x90m, adaptándose algunas a la forma de la ribera del río. La lotización inicial terminaba a dos cuadras de San Lázaro, habiendo sido repartidos los terrenos de los alrededores como área rural.

## **2. Expansión intermedia (1600-1796)**

En esta etapa se reformó, lotizó y creó nuevas calles; se construyeron las edificaciones que actualmente son reconocidas como monumentos históricos del Rímac; la expresión arquitectónica mantuvo una uniformidad de agradables características, propias de la zona que sumadas a bellas plazas y alamedas, es así que la zona tomó un carácter de área de recreo, que la definiría por muchos años. En el año de 1600 el virrey Luis de Velasco, ordenó la lotización de los solares vacantes y el reordenamiento de la trama urbana existente, reformando algunas calles y creando nuevas como el *callejón Virú* y la actualmente llamada Copacabana. El empedrado de calles se dio en 1614. La población se diversificó, en un principio los terrenos lotizados eran para una población de funcionarios del virreinato y otros españoles de clase social alta, pero estos abandonaban sus terrenos o los vendían a personas de menor nivel social y económico, de forma que la mayor parte de la población quedó conformada por artesanos o maestros de oficio, a estos pobladores se les agregó la población de esclavos negros que recién llegados del África carecían de dueño y lugar de residencia.

En el siglo XVII la expansión urbana se vio dirigida hacia dos puntos principales, la iglesia y el convento de los descalzos y la iglesia de nuestra Señora de la Cabeza.

## **3. Fin de expansión urbana y consolidación (1746-1880)**

Después del terremoto de 1746, el uso de nuevos materiales, sistemas constructivos y acabados usados en la reconstrucción, como por ejemplo el uso de ladrillo y cubiertas con cielo raso, produjeron un cambio en la imagen urbana del barrio de San Lázaro.

Se generalizó el uso de balaustres de madera o de hierro en las ventanas, así como los balcones en las casas de dos pisos. Se formó el “pueblo nuevo” una agrupación de viviendas a la vera del antiguo camino inca, que luego se llamaría *Malambo*. Esta avenida se poblaría rápidamente así para fines del siglo XVIII se constituiría una verdadera avenida.

La urbanización en el sentido paralelo al río continuaría en un extremo hacia la plaza de las cabezas y la iglesia de Nuestra Señora de Guía, y en el otro hacia la zona llamada Acho, donde se construyó una plaza de toros por orden del virrey Amat y Juniet, que se constituyó como uno de los focos hacia los cuales se dirigía la urbanización. Durante esta etapa se construiría un nuevo puente, el puente de Maromas, que unía Acho con los Barrios Altos; se edificó la iglesia de San Francisco de Paula el Nuevo, la de San Lorenzo y también se hizo el Paseo de Aguas en 1770 a 1776 para la Perricholi.

La acelerada expansión del barrio de San Lázaro responde a que no fue amurallada como el resto de Lima; cuando se derrumban estas murallas en 1880, se inició la expansión urbana de Lima estancándose la del Rímac, que no continuó hasta 1930 aproximadamente. De esta forma, el área urbanizada hasta la época en el barrio de San Lázaro, es lo que se conoce como el “Centro Histórico del Rímac”.

#### **4. Inicio de la expansión urbana en el Rímac (1880-1920)**

En esta etapa se observa mayor presencia de barrios populares, como la Victoria, Barrios Altos y Rímac, etc. El centro histórico del Rímac alcanza su mayor extensión hacia el año 1880, cuando deja de expandirse y entra en una corta etapa de mejoramiento. Hacia el final de esta etapa, el Rímac es constituido como distrito, por Decreto Supremo y por la Ley regional 462, expedido por el congreso regional del centro.

#### **5. Primera expansión y tugurización (1920-1949)**

En esta etapa, el crecimiento poblacional se ubica en los barrios populares como el centro histórico del Rímac, los emigrantes atraídos por las nuevas plazas de trabajo creadas por la industrialización, fueron reemplazando a una población que se dirigía a los modernos suburbios populares más alejados del centro de la ciudad.

El tugurio es permitido por el sector público para solucionar los problemas de vivienda en los sectores populares.

En el Rímac encontramos los tipos de construcciones clásicas de tugurios, como son las quintas, conventillos, solares, corralones y casas subdivididas; éstas edificaciones presentan una expresión arquitectónica que unida a las edificaciones de la etapa anterior del distrito aún sin tugurios, conforman una misma imagen urbana de barrio popular.

#### **6. Segunda etapa de expansión: expansión barrial (1949-1960)**

En el Rímac, la invasión barrial se inició en las riberas del río Rímac, en el espacio residual entre la ribera y la vía férrea, terrenos que eran propiedad del Estado.

La expansión barrial continuó con la invasión de los terrenos que quedaron entre el centro histórico del Rímac y la unidad vecinal (Av. Tarapacá y Av. Alcázar). Estos terrenos eran de área agrícola, que al instalarse redes de agua, desagüe, alumbrado público, transporte público, aumentaron su valor y fueron rápidamente urbanizados. Algunas de las urbanizaciones que surgieron fueron Ventura Rossi, El Manzano y Villacampa.

En los alrededores del cerro Mariscal Castilla se surgieron barriadas como Tarma Chico, Mariscal Castilla, etc.

En este periodo se empieza a utilizar material a base de ladrillo y cemento que produce edificaciones que proyectan una imagen urbana diferente a la que había hasta ese momento, que eran de adobe.

#### **7. Densificación de la expansión barrial e inicio de la disminución poblacional en los barrios tugurizados (1960-en adelante)**

A partir de 1961, se produce una densificación de la ciudad que no puede extenderse más allá de sus límites. Lima ya es una metrópoli.

La demanda habitacional se expresa en el hacinamiento, en la sobre utilización del espacio, que no se observa en la exagerada subdivisión de lotes, la cual genera edificaciones de baja calidad arquitectónica y un desorden en el ámbito urbano. La sobre utilización del espacio, debido al cambio de uso de la vivienda por comercio o servicios, **produce el deterioro y progresiva pérdida de calidad y estabilidad física de la ciudad**. De esta forma las barriadas y asentamientos humanos que se iniciaron de baja densidad, se consolidaron y empezaron a hacinarse.

El desempleo producido por la sobre población genera un grupo humano, que carente de recursos económicos para ubicarse dentro de la formalidad, creó todo

un sistema informal, que convive en la misma ciudad, paralelo al sistema ya establecido.

Esta situación se expresa en la arquitectura y el urbanismo de la ciudad, y así podemos observar una sobre utilización de los espacios públicos, que han sido convertidos en áreas comerciales, por los vendedores ambulantes, que las llenan hasta obstaculizar las principales vías de la ciudad.

Este distrito ocupado en su mayor parte por una población que se identifica con una cultura informal, se encuentra, como expresión arquitectónica característica, la reparación o reconstrucción de cada unidad de vivienda reemplazando el adobe por el ladrillo y concreto, presentándose además diversas expresiones arquitectónicas dentro de un solo lote tugurizado.

Es así como el Rímac presenta dos imágenes urbanas mezcladas, la primera; la población que habitó la zona entre 1880 y 1949 aproximadamente, que en su mayoría eran limeños; y la segunda representada por dos grupos, el emigrante de la década del '40, y el actual que corresponde al fenómeno de la cultura informal, conformado por los descendientes de la cultura anterior.

Durante esta etapa se construyó la Av. Prolongación Tacna, que a partir de ese momento constituyó uno de los principales accesos al Rímac. Esta obra por sus dimensiones y modernas características, partió en dos partes el centro histórico del Rímac.

### 3.2.3 Historial Sísmico en el Distrito

Siendo el distrito del *Rímac* la localidad más antigua y de gran valor histórico para la ciudad de Lima, el historiador Ricardo Mariátegui Oliva ha recopilado los daños que ocasionaron los diversos sismos ocurridos en el transcurso de los siglos XVI al XVIII. A continuación se presenta un resumen de lo que paso el distrito en este periodo de tiempo, específicamente en el barrio de San Lázaro, que fue el primer poblado al otro lado del río.

#### **SIGLO XVI**

El 16 de marzo de 1584, se produjo un fuerte temblor que puso en alerta a la población, lo que se considera que fue un sobre aviso para lo que sería el terremoto del 9 de julio de 1586, que dañó seriamente el hospital e iglesia de

San Lázaro construida en 1563, situación que produjo el abandono tanto de estas edificaciones como del poblado llamado “pueblo de los indios camaroneros llamado de San Pedro que esta poblado junto a San Lázaro”. Pero en 1589 la necesidad hizo que se volviera a utilizar la iglesia como hospital a causa de una epidemia.

### ***SIGLO XVII***

Dentro de lo que es el avance en las técnicas de construcción se empezó a construir con adobe y ladrillo cubiertos de carrizo o de madera tosca, pintadas a la cal, para el año de 1630 ya habría en San Lázaro 2000 casas. Los movimientos sísmicos en este siglo fueron en:

01 Octubre de 1609; 27 Noviembre de 1630; 13 de Noviembre de 1655, ocurrió a las tres de la mañana y le siguieron 115 remezones hasta el 27 de Noviembre; 01 de Junio de 1678, ocurrió un terremoto; 20 de Octubre de 1687, se produjo un terremoto que causó daños considerables al hospital de San Lázaro; 10 de Noviembre de 1687, en este año se causó gran destrucción , pero se superó rápidamente con una pronta reconstrucción de edificaciones afectadas, manteniendo el buen nivel arquitectónico alcanzado hasta antes de los sismos; y el 14 de Julio de 1699.

### ***SIGLO XVIII***

En este siglo ocurre un fuerte terremoto que destruyó completamente el hospital de San Lázaro, ocurrió el 28 de octubre de 1746, este terremoto no fue superado como el ocurrido en 1687. Debido a la inestable situación económica en que se encontraba el virreinato, razón por la cual muchas de las edificaciones no pudieron ser reconstruidas en mucho tiempo, las que fueron reedificadas o mantuvieron el nivel arquitectónico, marcaron el fin de una etapa de desarrollo urbano. El terremoto también redujo a escombros gran parte de la zona de los descalzos; el hospital funcionó hasta 1822.

Del siglo XIX al siglo XXI, no se tiene información relevante de daños ocurridos en el distrito proveniente de los diversos eventos sísmicos que se han dado en el país.



### 3.2.4 Estudios Ingenieriles

#### 3.2.4.1 Estudio Geotécnico

##### 3.2.4.1.1 Características geotécnicas generales del conglomerado de Lima

El suelo gravoso de origen fluvio aluvional que constituye el material de cimentación de una gran cantidad de estructuras de la ciudad de Lima, ha sido caracterizado por diversos autores [23], como un suelo de gran resistencia mecánica y baja compresibilidad. Debido a la forma en que ha sido depositado y a su edad geológica (Cuaternario pleistocénico), este conglomerado se presenta en estados desde sueltos y medianamente compactos superficialmente a compactos y muy compactos a mayores profundidades, con lentes y pequeños espesores de arenas limpias, limos arcillosos y arcillas limosas que típicamente se presentan en forma de intercalaciones pero siempre con predominio de la grava.

Un tipo de ensayo de campo útil y eventualmente utilizado en este tipo de materiales es el ensayo de corte directo “in-situ”. Varios de estos ensayos fueron llevados a cabo por primera vez entre 1971 y 1972 por la Universidad Nacional de Ingeniería bajo la dirección del Ing. Genaro Humala Aybar, con propósito del Proyecto METRO de Lima. Los resultados de estos ensayos de corte, así como los de permeabilidad y pesos volumétricos se presentan en la Tabla N° 3.4.

Como se puede observar el ángulo de fricción interna obtenido de los ensayos anteriormente indicados son bastante elevados y coinciden con los valores presentados en la literatura para este tipo de materiales. Por lo tanto, se puede concluir que la resistencia mecánica y capacidad de carga de este tipo de suelos es elevada, habiendo sido atribuidos conservadoramente valores de  $4.0 \text{ Kg/cm}^2$  para condiciones típicas de cimentación, esto es:

Profundidad de cimentación	$D_f$	=	1.50 m.
Ancho de zapata	B	=	1.00 m.

Tabla N° 3.4: Ensayos In-Situ Realizados en Lima Metropolitana

Ubicación	TIPOS DE ENSAYOS				
	Corte Directo in-situ			Permeabilidad	Peso Vol.
	Z (m)	$\phi$ (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (cm/seg.)	(T/m <sup>3</sup> ) $\gamma_m$
Hospital del Empleado (Av. Arenales)	7.96	*	*	4.6	2.2
Esquina Av. Abancay y N. de Piérola (frente al Ex - Ministerio de Educación)	6.20	37	0.60	7.7	2.2
Esquina Jrs. Cusco y Camaná	8.60	40	0.40	7.8	2.2
z = profundidad $\phi$ = ángulo de fricción interna del suelo c = cohesión K = coeficiente de permeabilidad $\gamma_m$ = peso volumétrico					
* no se pudo obtener valores de $\phi$ y c debido a errores en el ensayo					

Fuente: Estudio UNI/CISMID

Por otro lado, la compresibilidad de este tipo de suelos es muy baja, siendo los asentamientos que se pueden producir de naturaleza inmediata, es decir que ocurren durante la construcción, no habiéndose reportado daños en edificaciones como consecuencia de asentamientos diferenciales. Ensayos de carga estáticos y cíclicos realizados por el CISMID-UNI en este tipo de suelo, utilizando placas circulares rígidas de 30 cm de diámetro, proporcionan los resultados presentados en la Tabla N° 3.5:

Como se puede observar los asentamientos observados en este tipo de suelo son aproximadamente 3 mm para cargas del orden de 10 o 12 Kg/cm<sup>2</sup>, confirmando su naturaleza rígida y escasa compresibilidad. Los valores obtenidos del Módulo de Elasticidad en ensayos de carga cíclicos son relativamente altos.

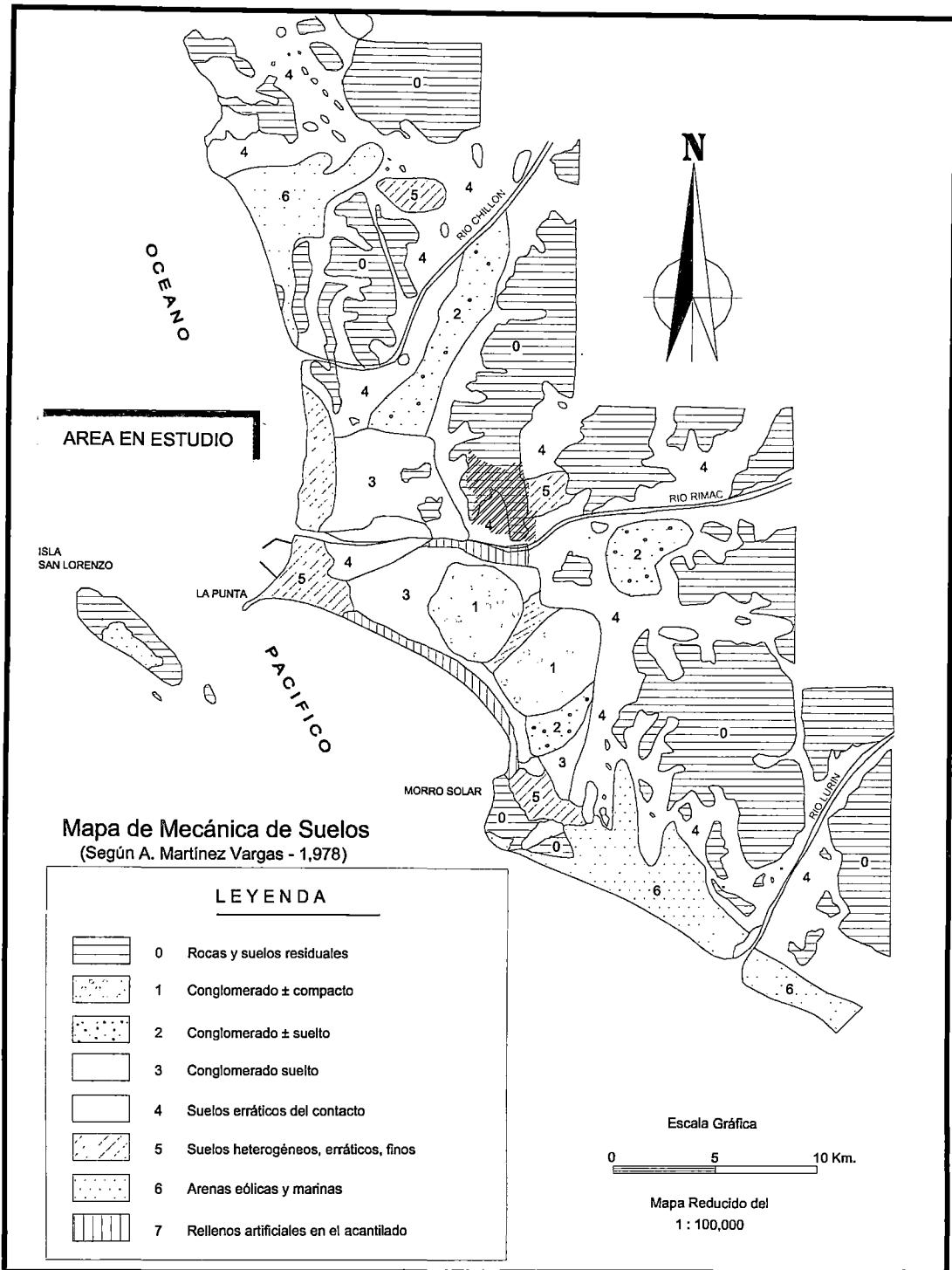
Tabla N° 3.5: Resultados de Ensayos de Carga en la Grava de Lima

Lugar	Ensayo	Profund. (m)	Carga Máxima (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asent. Máximo (mm)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )
Atarjea Embalse Regulador N°2 - SEDAPAL	EP-1	2.50	10.0	3.17	--
	EP-2	1.90	10.0	1.44	1890
	EP-3	2.00	10.0	2.25	3000
Santa Anita PIMU- IPEN	EP-1	1.50	8.00	1.49	--
	EP-2	1.50	8.00	2.77	--
	EP-3	1.50	8.00	2.83	--
San Borja Ministerio de Energía y Minas	EP-1	2.00	8.00	2.34	--
	EP-2	2.00	12.00	3.58	--

Fuente: Estudio UNI/CISMID

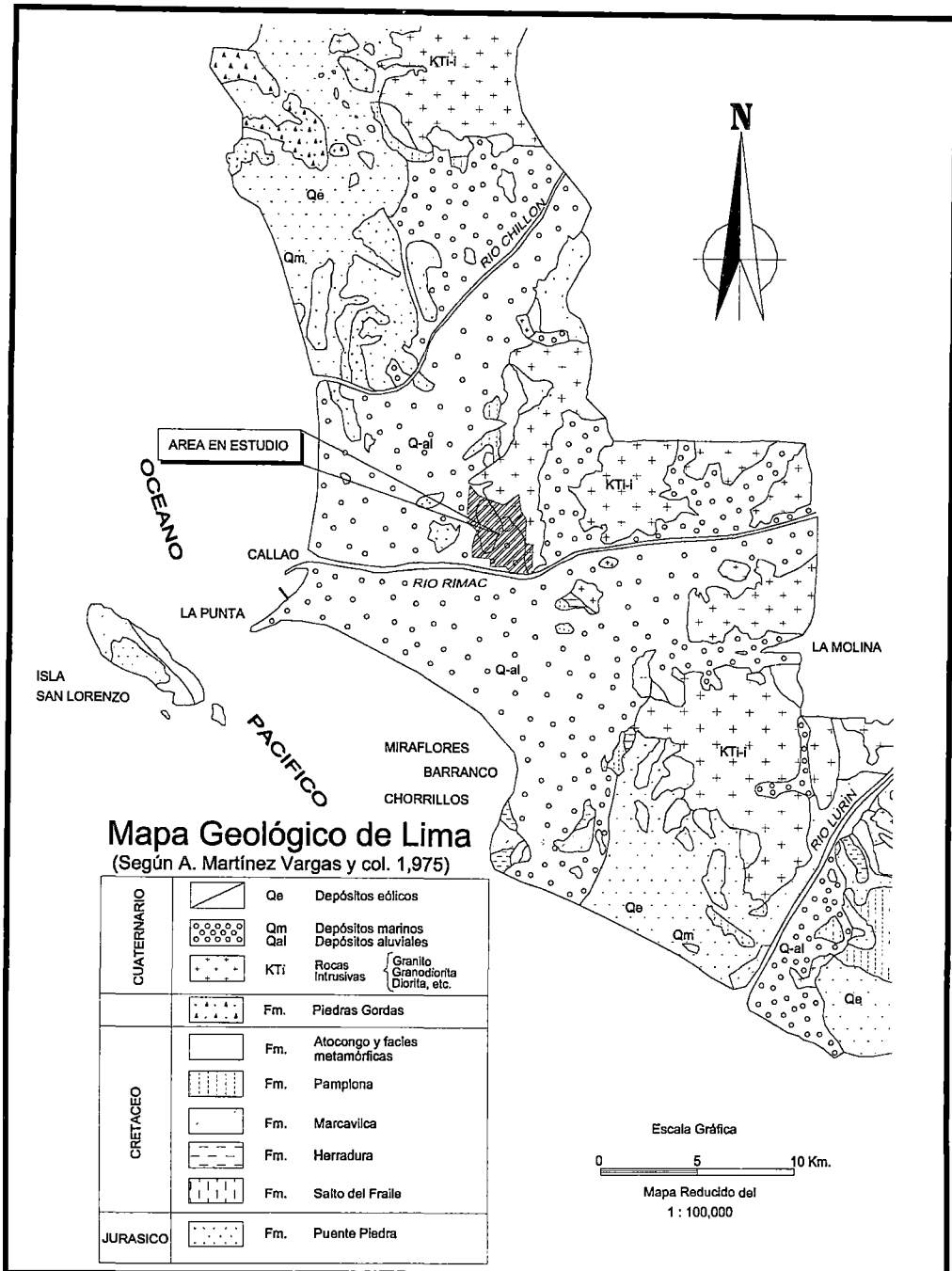
A continuación se muestra la Figura 3.4, que presenta el mapa de mecánica de suelos de la ciudad de Lima.

Figura N° 3.4: Mapa de Mecánica se suelos de Lima



### 3.2.4.1.2 GEOLOGIA LOCAL (ver figura N° 3.5)

Figura N° 3.5: Mapa Geológico de Lima



#### 3.2.4.1.2.1 Perfiles litológicos

Para la determinación de estos perfiles se cuenta con registros de diferentes excavaciones en el distrito, cuya finalidad ha sido la explotación del agua subterránea para el consumo humano e industrial. Las profundidades alcanzadas llegan hasta los 120m sin que se llegue al basamento.

#### **3.2.4.1.2.2 Pendiente de la zona**

En el distrito existen zonas de gran pendiente, pendiente moderada y zonas planas. Dentro de las primeras se puede señalar a las laderas de los cerros que son ocupados por varios pueblos jóvenes; las zonas de pendiente moderada están localizadas en la parte norte del distrito en las inmediaciones de la urbanización El Bosque y parte de la zona de Ramón Castilla, también el barrio de Piedra Liza; la otra zona lo ocupan las otras urbanizaciones y la zona céntrica del distrito.

Este factor desfavorece a las zonas ubicadas en las faldas de los cerros, por el peligro en cuanto a las caídas de piedras en la eventualidad de un sismo.

#### **3.2.4.1.2.3 Suelo**

Dentro del enfoque geológico, se observa la presencia de hasta tres tipos de suelo:

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

Producto de la desintegración de las rocas, de los cerros que bordean la ciudad, con ayuda de agentes externos como el sol, viento, temperatura, etc. Este suelo se encuentra en las faldas de los cerros y se proyecta aparentemente, a corta distancia, ya que observando el perfil de los cerros se nota que tiene una pendiente bastante pronunciada en relación con la horizontal; esto permite decir que estos suelos no se alejan demasiado del afloramiento rocoso.

Se observa que el suelo transportado incursiona bastante cerca de las estribaciones rocosas, probablemente, la terraza más alejada del cauce actual del río Rímac, que se halla a poca distancia (a 200m aproximadamente de los cerros); esto también induce a pensar que la línea de contacto geológico entre estos suelos se encuentra a corta distancia de los cerros.

##### **b) Suelo Transportado**

Forma parte del conglomerado fluvio-aluvional del valle del Rímac, sin embargo, muestra una distribución muy heterogénea en los estratos de arcilla, arena, grava, etc. Las potencias de este conglomerado varían entre 200 y 400 metros.

##### **c) Suelo de Relleno**

Estos se observan en la margen derecha del río Rímac, especialmente en la zona comprendida entre el puente Santa Rosa y el Puente del Ejercito. Se conoce y se

puede observar hasta ahora, que las casas de esta zona presentan asentamientos diferenciales.

En las perforaciones practicadas para la explotación de agua subterránea, como por ejemplo el pozo de la fábrica Indesa (Ver Anexo II), se muestra que existe una capa de relleno del orden de 6m.

Para conocer sobre el tipo de suelo que predomina en el área del centro educativo N° 3006 (ubicado en la zona de Piedra Liza, debajo del cerro San Cristóbal) se tuvo acceso al el estudio de suelos realizados en 1995 [12]. Este estudio de suelos indica que la profundidad del afloramiento rocoso está aproximadamente a 2m de profundidad, antes de llegar al fondo rocoso se encuentran arenas finas pobremente gradadas húmedas y sueltas (con bolonería de hasta 12”), además de gravas bien gradadas y en la superficie se encuentra la presencia de rellenos contaminados. La zona es considerada una zona de transición por las diferentes rigideces de suelo que presenta (roca y grava), ante esto es posible que el suelo gravoso que se encuentra sobre el basamento rocoso no sea muy compacto y por acciones del intemperismo del mismo, el suelo aluvial podría ser un suelo gravoso suelto no cohesivo.

#### **Profundidad del nivel freático**

Según estudios de SEDAPAL en 1985, se llegó a la conclusión de que existían 60 pozos cuyas profundidades estaban entre los 70 m y los 233 m, cuyos basamentos estaban constituidos por andesitas (seguramente de la formación Puente Piedra del Jurásico), granitos (batolito de la costa del cretácico terciario) además de arcillas, lutitas, areniscas y calizas del cretácico.

El basamento se encuentra a un promedio de 150m a 200m de profundidad, existiendo en Puente Piedra un cerro en el subsuelo que reduce la profundidad a 80m.

El gradiente hidráulico en promedio es 18m/km, viene más empinada hasta 30m/km en la brecha este de El Agustino, y de ahí se reduce progresivamente a 17 m/km y luego alrededor de 8 m/km hacia el mar.

#### **3.2.4.1.3.1 Variaciones de la napa freática**

Durante el periodo 1969 a 1991, el nivel freático ha sufrido un descenso general en el área de la gran Lima. El descenso experimentado fue de 10m a 30m en gran parte del acuífero, aunque en algunas áreas el nivel freático se ha estabilizado y recuperado un poco debido a que SEDAPAL abrió la planta de

tratamiento que permitió reducir el bombeo de los pozos en el área de servicio de la Atarjea, aunque después se volvieron a usar debido al aumento poblacional. El ritmo de disminución va desde los 3 m/año en la Molina, hasta 1.7 m/año en Canto Grande y no se detiene desde 1969 en dichas zonas.

Dentro de este contexto la profundidad de la napa freática es variable. Según datos obtenidos para el año de 1963, en las urbanizaciones de El Bosque y Villacampa, se encuentra a una profundidad de 40 a 45 metros. En la zona de la fábrica de cerveza Cristal, la profundidad de la napa, es alrededor de 60m, en el pozo de la fabrica Inca Kola, en el jirón Cajamarca, la napa esta registrada a una profundidad de 79m. En cambio en las zonas adyacentes al río Rímac, la napa esta a pocos metros de la superficie por ejemplo en el pozo de la fábrica Indesa, en el jirón Castañeda, cerca de la Plaza de Acho se encontró agua a una profundidad de 7.62m

### 3.2.5 Estadísticas del distrito

La información estadística del distrito que se presenta a continuación, tiene como fuente principal los datos actualizados al año 2002 del IX Censo de Población y IV de Vivienda realizado en 1993, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La información recopilada sobre los centros educativos del distrito, ha sido obtenida con las visitas realizadas a cada unos de ellos.

#### 3.2.5.1 Demografía

La siguiente tabla N° 3.6, presenta la población total del distrito al año 2002, se hace una clasificación por sexo.

Tabla N° 3.6: Población total

	Cantidad	% Representa
Hombres	105268	49.7%
Mujeres	106411	50.3%
Total	211679	100%

Fuente: INEI [16, 17]



### 3.2.5.1.1 Condición de la vivienda

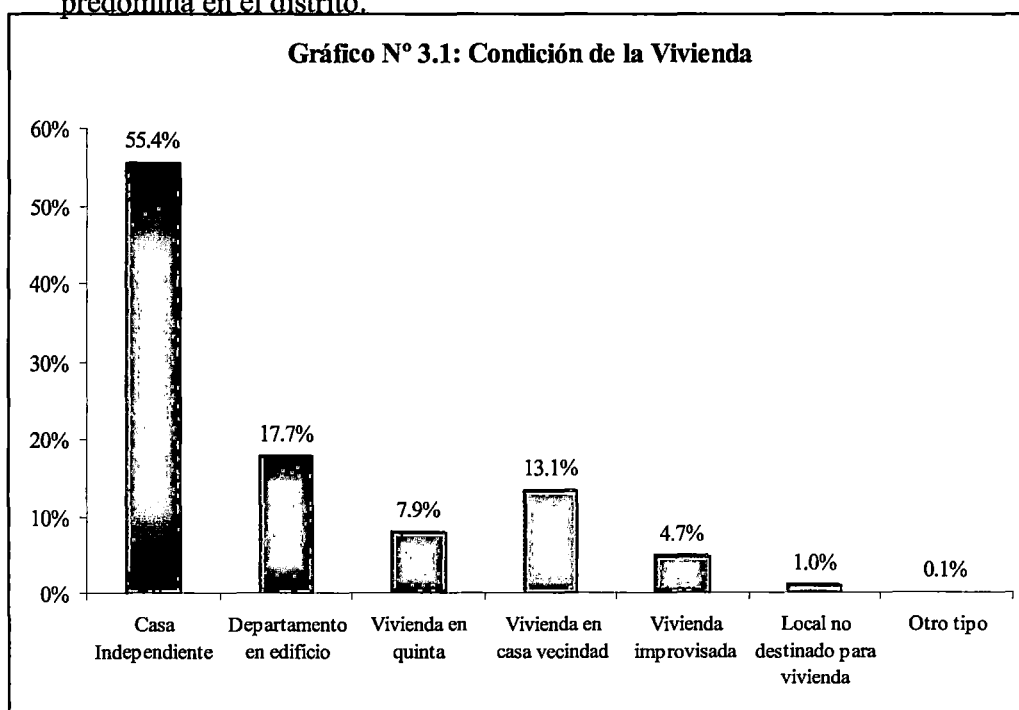
En la tabla N° 3.7, se presentan los tipos de vivienda existentes en el distrito.

Tabla N° 3.7: Condición de la vivienda

Tipo Vivienda	Cantidad	% Representa
Casa Independiente	23014	55.4%
Departamento en edificio	7370	17.7%
Vivienda en quinta	3274	7.9%
Vivienda en casa vecindad	5459	13.1%
Vivienda improvisada	1969	4.7%
Local no destinado para vivienda	396	1.0%
Otro tipo	42	0.1%
<b>Total</b>	<b>41524</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEI [16, 17]

En el gráfico N° 3.1, se puede apreciar cual es el tipo de vivienda que más predomina en el distrito.



### 3.2.5.1.2 Población económicamente activa (PEA)

En la siguiente tabla N° 3.8, se presenta la conformación de la PEA, por sexo y por situación de ocupación.

Tabla N° 3.8: PEA según situación de ocupación

PEA	Situación	Hombres	Mujeres	Total
	Ocupada	52614	29465	82078
Desocupada	5372	2770	8142	
<b>Total</b>		<b>57985</b>	<b>32235</b>	<b>90220</b>

Fuente: INEI [16, 17]

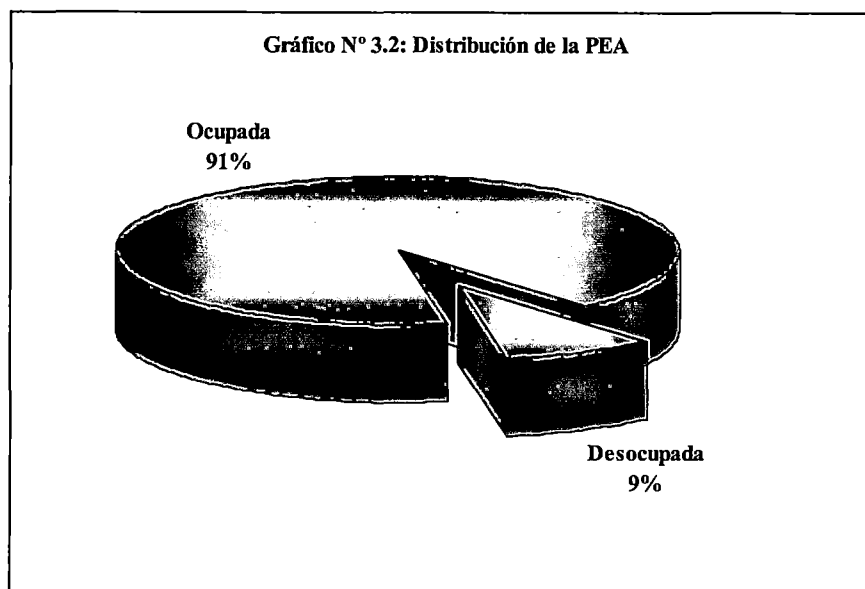
En la tabla N° 3.9, se presenta una parte de la PEA que es conformada por la población minusválida, ésta representa el 2.92% del total de la PEA.

Tabla N° 3.9: PEA minusválida

Hombres	Mujeres	Total
1364	1274	<b>2638</b>

Fuente: INEI [16, 17]

El gráfico N° 3.2, presenta la situación de ocupación de la población que pertenece a la PEA.



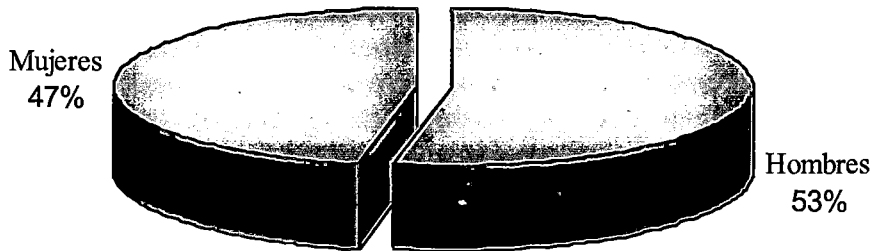
### 3.2.5.1.3 Población con discapacidad

La tabla N° 3.9, se presenta la cantidad de personas que presenta alguna discapacidad. En el gráfico N° 3.3, se ilustra la repartición por sexo de las personas que conforman este grupo.

Tabla N° 3.10: Población con discapacidad

Sexo	Cantidad	% Representa
Hombres	1447	<b>53.0%</b>
Mujeres	1283	<b>47.0%</b>
<b>Total</b>	<b>2730</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEI [16, 17]

**Gráfico N° 3.3: Población con discapacidad**

### 3.2.5.2 Educación

En esta parte de las estadísticas, se presenta la población de acuerdo al nivel de educación, el grado de alfabetismo y la cantidad de centros educativos existentes en el distrito.

#### 3.2.5.2.1 Nivel de educación en el distrito

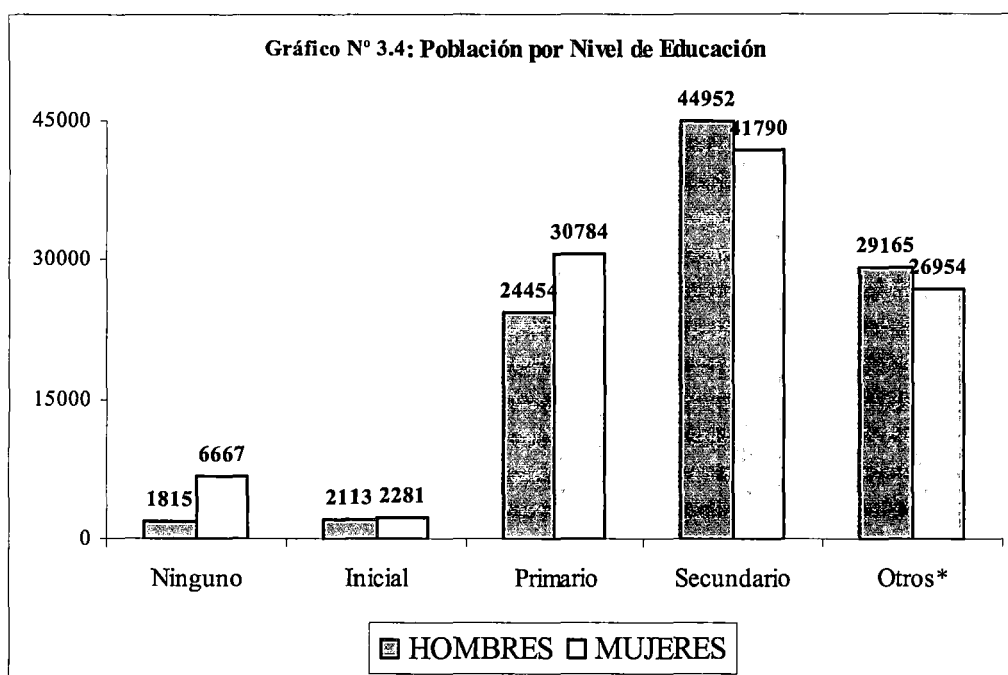
En la tabla N° 3.11, se presenta el nivel de educación de la población total por sexo; en el gráfico N° 3.4 se compara por sexo de acuerdo al nivel de educación alcanzado, además se observa por la disposición de las barras que el nivel secundario es el grado de educación con más población estudiantil.

Tabla N° 3.11: Población por nivel de educación

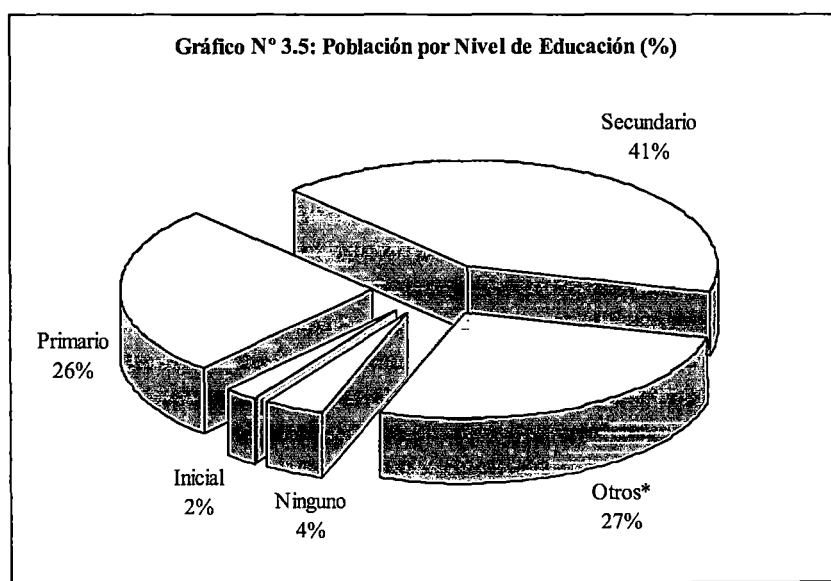
Nivel	HOMBRES	MUJERES	Total
Ninguno	1815	6667	8483
Inicial	2113	2281	4394
Primario	24454	30784	55237
Secundario	44952	41790	86742
Otros*	29165	26954	56119
<b>Total</b>	<b>102499</b>	<b>108476</b>	<b>210975</b>

\* Incluye a la población con estudios superiores

Fuente: INEI [16, 17]



El gráfico N° 3.5 representa el nivel de educación en porcentajes, el 2% de la población escolar se encuentra en el nivel de educación inicial; hay que tener muy en cuenta que ésta población en caso de un desastre no suele valerse por si misma, motivo por el cual las edificaciones de éstos centros que sean vulnerables sísmicamente deben de tener prioridad en los planes de mitigación.

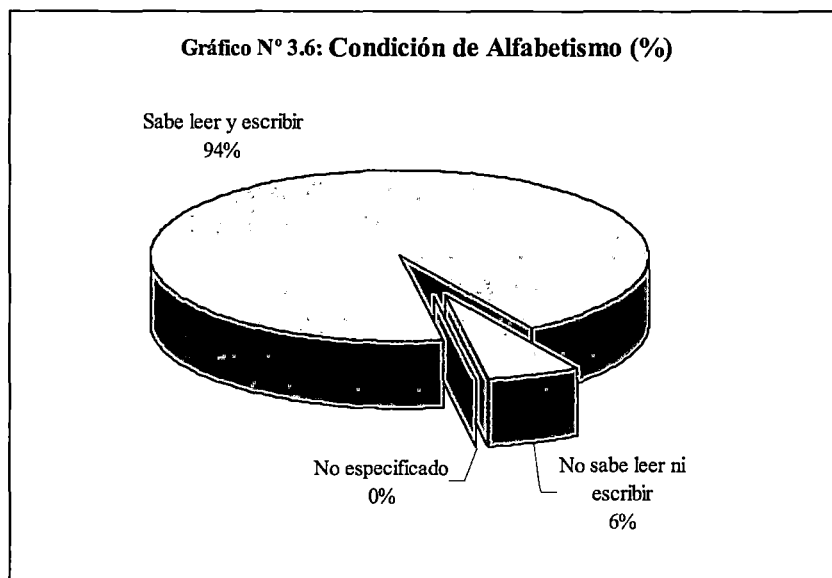


En la tabla N° 3.12 y el gráfico N° 3.6, se muestran las estadísticas sobre la condición de alfabetismo en la población del distrito.

Tabla N° 3.12: Condición de Alfabetismo

Grado de Educación	Población	%
Sabe leer y escribir	198000	93.85%
No sabe leer ni escribir	12684	6.01%
No especificado	291	0.14%
<b>Total</b>	<b>210975</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: INEI [16, 17]



### 3.3 Estudio cualitativo de la Vulnerabilidad

#### 3.3.1 Fichas de levantamiento de información

El modelo de ficha utilizada para la toma de datos de los centros educativos en el distrito, ha sido diseñada en base a algunos requerimientos establecidos en el método de evaluación cualitativa del ATC-21, ésta solamente proporciona información básica de la estructura, por ejemplo: año de construcción, descripción de la estructura, observa sobre los principales problemas estructurales que se hallan en la estructura y además informa acerca del total de personas que utilizan las edificaciones.

En la figura N° 3.6, que se presenta a continuación se muestra la ficha para la toma de datos en campo.



Figura N° 3.6-b: Ficha de evaluación (Pág. 2)

<b>Cerco</b>	
Tipo	dist. entre columnas
<b>Problemas</b>	
	<b>Fisuras</b>
	columnas
	vigas
	muros
	techo
	<b>Separación Insuficiente</b>
	<b>Irregularidad Vertical</b>
	<b>Irregularidad en Planta</b>
	<b>Extras Pesados</b>
	<b>Piso Blando</b>
<b>Población escolar</b>	
	N° Alumnos
	Inicial
	Primaria
	Secundaria
	Prof.-Adm.
	Total
<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>Aspecto Estructural</b>	
<b>Aspecto no-estructural</b>	
<b>Aspecto Funcional</b> (salidas emergencia, servicios, etc)	

### Tipologías Estructurales:

Para una correcta asignación del sistema estructural o la tipología estructural, que presentan las edificaciones escolares, a continuación se define cada una de las tipologías estructurales (A, B, C... etc.). Las definiciones para estas tipologías esta basado en las referencias [15], [26], [37], [38].

Del trabajo desarrollado en campo, se han obtenido algunas fotografías que se presentarán en las definiciones de las diferentes tipologías antes mencionadas.

**A: Mampostería sin refuerzo (Fotos N° 3.1 y 3.2):**

Dentro de esta tipología estructural se tiene a los muros portantes de mampostería o albañilería de cabeza, que no tienen refuerzo ni confinamiento. Las fuerzas laterales son resistidas por los muros, pueden tener o no diafragmas rígidos, con losas aligeradas, macizas o flexibles. El tipo de cimentación que presenta es una cimentación corrida (simple o armada) o zapatas aisladas.



Foto N° 3.1: CE Esther Cáceres, aulas construidas sin columnas de confinamiento

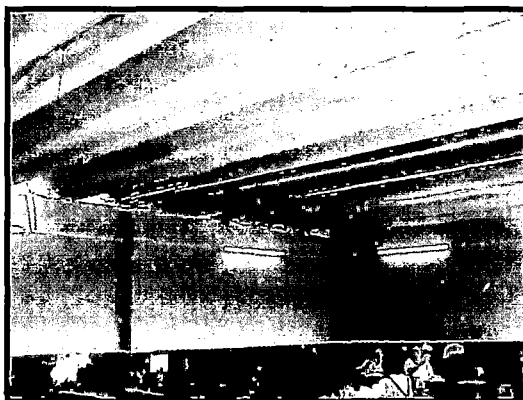


Foto N° 3.2: CE Esther Cáceres, los muros están confinados con mochetas cada 4m

**B: Mampostería armada o confinada con diafragmas rígidos:**

En esta topología estructural se encuentran los muros portantes de mampostería confinada, con unidades sólidas, de arcilla, bloquetas de cemento o sílico calcáreas, confinadas con columnas y vigas de concreto armado, como se aprecia en las Fotos N° 3.3 y 3.4. Las fuerzas laterales son resistidas por los muros. Los diafragmas rígidos en los pisos son a base de losas aligeradas o macizas. Presentan una cimentación corrida o zapatas aisladas.

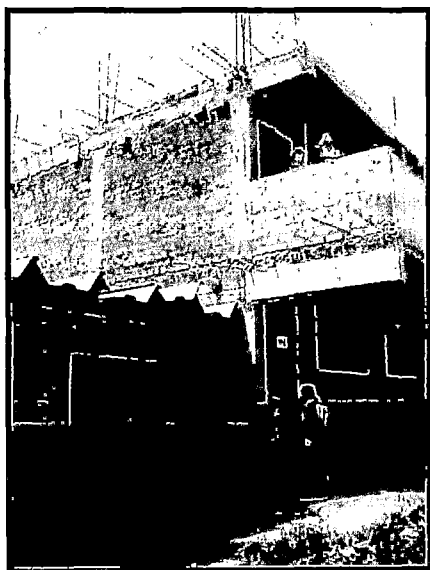


Foto N° 3.3: CE Esther Cáceres, se aprecia una estructuración tipo B.

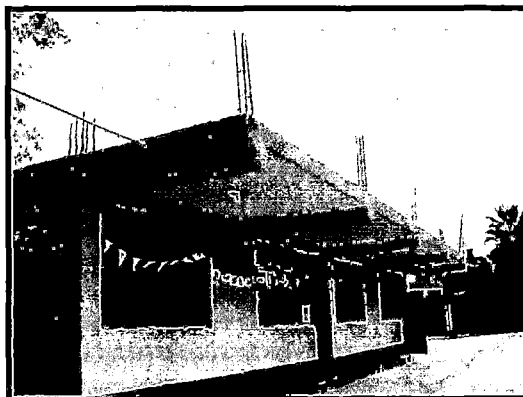


Foto N° 3.4: GUE Maria Parado de Bellido, se aprecia una estructuración tipo B.



### C: Mampostería armada o confinada con diafragmas flexibles:

En esta topología estructural se encuentran los muros portantes de mampostería confinada, con unidades sólidas, de arcilla, bloquetas de cemento o sílico calcáreas, confinadas con columnas y vigas de concreto armado. Las fuerzas laterales son resistidas por los muros; tiene diafragmas de piso o techo flexibles, con viguetas de madera o acero. Presentan una cimentación corrida o zapatas aisladas. (Fotos N° 3.5 y 3.6).



Foto N° 3.5: CEI 391-2, estructuración tipo C



Foto N° 3.6: CEI 391-2, interior aulas

### D: Construcción informal en albañilería (Fotos N° 3.7 y 3.8):

En esta topología estructural se encuentran los muros portantes de mampostería confinada, con unidades de mampostería inadecuadas (pandereta). Las fuerzas laterales son resistidas por los muros, insuficiente confinamiento, además de fallas visibles en la construcción (discontinuidad de columnas y muros portantes, consistencia pobre de cimentación que es afectada fácilmente por problemas de humedad) ó alguna remodelación hecha sin supervisión técnica. Presenta diafragma de piso o techo rígido o flexible.

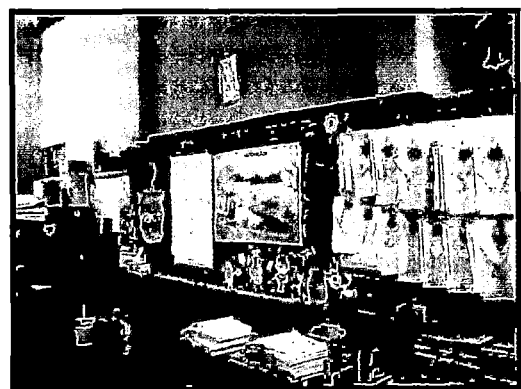


Foto N° 3.8: CEI 394-2, informal habilitación en muro, para una pizarra.

Foto N° 3.7: CEP Ntra. Sra. de las Mercedes, en los muros perimetrales de los niveles superiores se ha utilizado ladrillos tipo pandereta

**E: Adobe y quincha:**

Esta topología se presenta en edificaciones de uno o dos niveles ( $H = 3.5\text{m}$  a más), con posibles altillos, típicamente con muros de adobe de gran espesor (hasta de  $1.00\text{m}$ ) en el primer nivel y estructura de quincha en el segundo. Los techos y entrepisos son de madera, en algunos casos con cielos rasos de yeso, se tiene diafragmas flexibles constituidos por viguetas de madera y entablados. Las fuerzas laterales son resistidas por los muros. El tipo de cimentación es corrida.

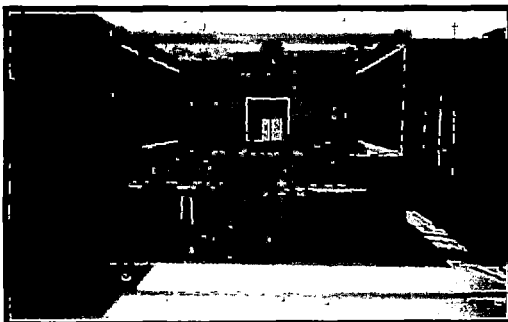


Foto N° 3.9: CE Manuel Pardo, edificación en la zona de acceso y salida esta por colapsar



Foto N° 3.10: CE N° 3009, cerco de adobe muy afectado por la humedad

**F: Pórticos de concreto armado (C°A°):**

Estructuración a base de pórticos de C°A° en ambas direcciones. Los pisos y techos son a base de losas aligeradas, que pueden ser con viguetas prefabricadas; con menos frecuencia losas macizas y otros. Las cargas de gravedad son resistidas por las vigas y columnas de los pórticos; y las cargas laterales están resistidas por los pórticos, en los que se puede tener un pequeño número de placas de C°A°, tales como las cajas de las escaleras y la de los ascensores. El tipo de cimentación a base de zapatas aisladas; excepcionalmente se tiene estructuras cimentadas sobre pilotes o plateas de cimentación.

Por ejemplo esta topología la podemos encontrar en el CEI-049 (fotos N° 3.11 y N° 3.12), donde sus instalaciones funcionan en el primer nivel de un edificio de tres niveles, que perteneció a la USE.



Foto N° 3.11: Patio de recreo, se observa un cambio de rigidez entre el segundo y el primer nivel



Foto N° 3.12: Ambientes interiores de las aulas

### **G: Pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería:**

Estructuración a base de pórticos de concreto armado en ambas direcciones. Los pisos y techos son con losas aligeradas, que pueden ser con viguetas prefabricadas; con menos frecuencia losas macizas y otros. Las cargas de gravedad son resistidas por las vigas y columnas de los pórticos; y las cargas laterales están resistidas por los pórticos, en los que se puede tener un pequeño número de placas de concreto armado, tales como las cajas de las escaleras y la de los ascensores. La cimentación a base de zapatas aisladas; excepcionalmente se tiene estructuras cimentadas sobre pilotes o plateas de cimentación. Algunos vanos son rellenados con muros de mampostería, estos muros pueden resistir una fracción importante de la carga lateral.



Foto N° 3.13: CE C.P. Paz Soldan, estructuración tipo G.

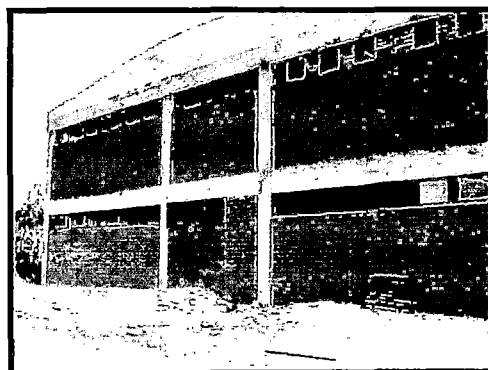


Foto N° 3.14: CE C.P. Paz Soldan, pabellón típico, parte posterior

**H: Estructura de concreto armado con placas (Foto N° 3.15 y 3.16):**

Estructuras donde la totalidad de la fuerza lateral en ambas direcciones es resistida por placas de concreto armado de gran rigidez, además de los pórticos de concreto armado. Los pisos y techos son losas aligeradas, que pueden ser a base de viguetas prefabricadas; con menos frecuencia losas macizas y otros. Las cargas de gravedad son resistidas por las vigas, placas y columnas de los pórticos. El tipo de cimentación es a base de zapatas aisladas; excepcionalmente se tiene estructuras cimentadas sobre pilotes o plateas de cimentación.

Esta tipología se ha venido construyendo en los últimos 6 años, están diseñados bajo las condiciones sismorresistentes que establece la Norma E.030-'97

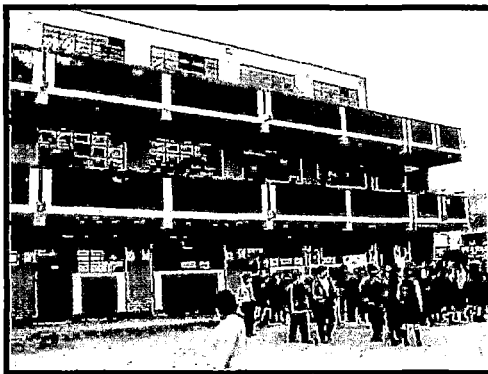


Foto N° 3.15: CE Mujeres del Rímac, estructuración tipo H

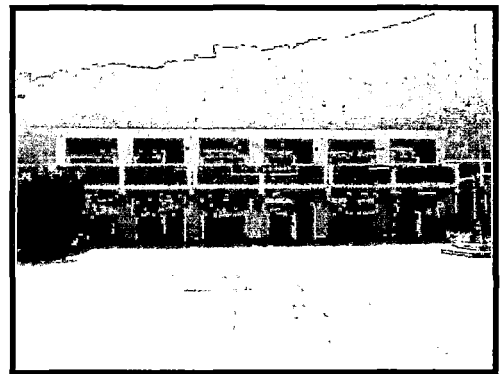


Foto N° 3.16: EPM 2074, estructuración tipo H

**I: Sistema de pórticos en un sentido y muros portantes en el otro:**

Esta tipología es la más común, se encuentra en la mayoría de colegios, generalmente los muros portantes están en la dirección corta y separan un aula de otra. El tipo de cimentación es corrida donde van los muros portantes y con zapatas aisladas en la dirección de los pórticos (Fotos N° 3.17 y 3.18).

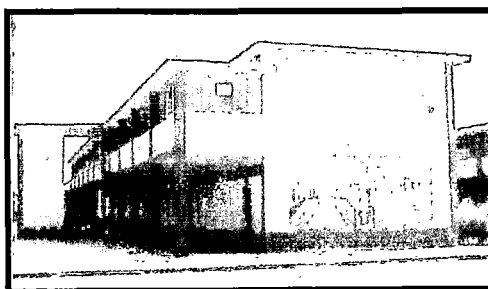


Foto N° 3.17: GUE Maria Parado de Bellido, estructuración tipo I

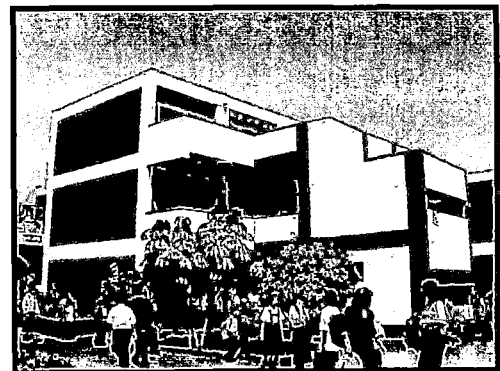


Foto N° 3.18: EPM Rosa Merino, estructuración tipo I

**J: Estructura de perfiles livianos (Foto N° 3.19):**

El sistema estructural es metálico, con pórticos de perfiles de fierro, tubos “C” y planchas plegadas en frío, soldadas y empernadas con cierres: cubierta en plancha galvanizada y otros. La cimentación en base a cimientos corridos.



Foto N° 3.19: CE Mujeres del Rímac, aulas con estructuración de perfiles livianos

**K: Entramados de madera:**

Construcciones de uno o dos pisos, típicamente para viviendas familiares. Soportan cargas moderadas, las luces son relativamente cortas. Los pisos y techos están contruidos en base a viguetas de madera a 40 o 60 cm., que se apoyadas en postes o dinteles. Excepcionalmente pueden tenerse algunas columnas aisladas. Las acciones de sismo son soportadas por los muros, cuya rigidez depende del revestimiento. Los diafragmas son flexibles, frecuentemente están contruidos por entablados de madera. . La cimentación en base a cimientos corridos.

### 3.3.2 Trabajo de Campo

Del trabajo realizado en campo se ha obtenido la siguiente información:

#### 3.3.2.1 Total de centros educativos en el distrito

Los Centros Educativos en el distrito del Rímac están clasificados en: Centros de Educación Inicial, Primaria y Secundaria, tanto Estatales como Particulares.

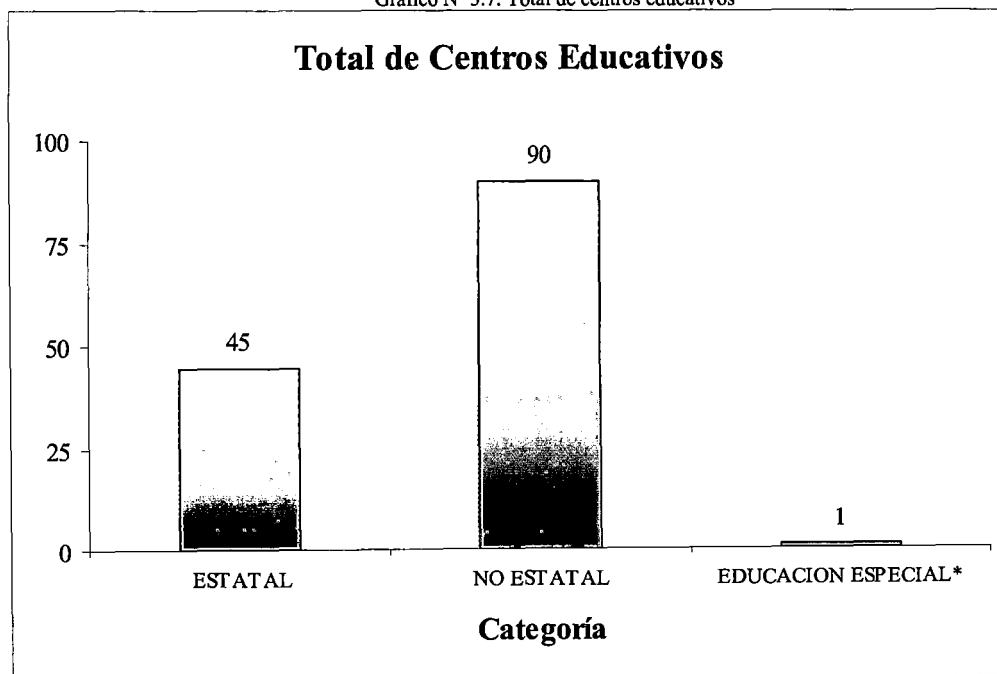
En Tabla N° 3.13 se muestra la cantidad existente de los centros educativos de acuerdo a su gestión con que se administran, ya sea estatal o particular.

Tabla N° 3.13: Información centros educativos

NIVEL	CENTROS EDUCATIVOS		
	ESTATAL	NO ESTATAL	EDUCACION ESPECIAL*
INICIAL	13	63	1
PRIMARIA Y/O SECUNDARIA	32	27	
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>1</b>
INSPECCIONADOS	42	12	1
<b>Inspeccionados(%)</b>	<b>93.3%</b>	<b>13.3%</b>	<b>100.0%</b>

\* CENTRO EDUCATIVO ESTATAL

Gráfico N° 3.7: Total de centros educativos



De acuerdo a la tabla N° 3.13, para los centros educativos de gestión particular solamente se llegó a evaluar un 13.3%, debido a que los directivos de estos centros no brindaban las facilidades para el ingreso.

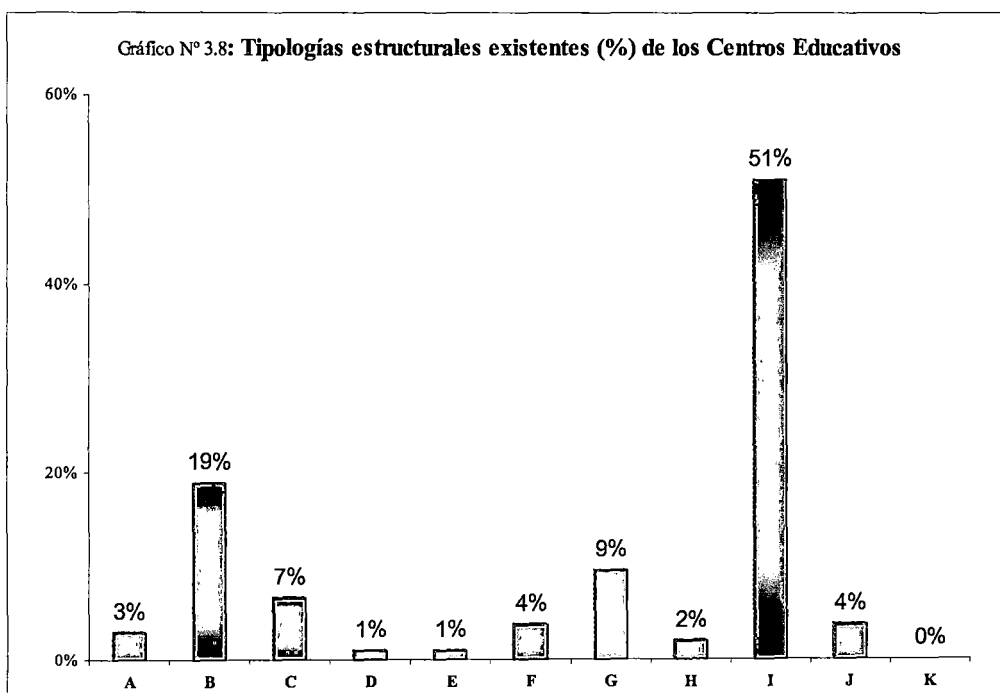
### 3.3.2.2 Tipologías estructurales que presentan los centros educativos

Las tipologías estructurales definidas en la sección 3.3 se han tenido en cuenta para llevar a cabo la inspección de los locales escolares. Uno de los resultados obtenidos de lograr todas las visitas, ha sido elaborar el gráfico N° 3.8, donde se da a conocer que la tipología estructural “I” consistente en pórticos un sentido de la edificación y muros portantes en la otra, es la que más predomina en el distrito.

En la tabla N° 3.14, se presenta los sistemas estructurales definidos anteriormente y la cantidad existente de cada uno de ellos.

Tabla N° 3.14: Topología estructural de las edificaciones escolares

SISTEMA ESTRUCTURAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	TOTAL
CANTIDAD	3	20	7	1	1	4	10	2	54	4		106
(%)	3%	19%	7%	1%	1%	4%	9%	2%	51%	4%	0%	100%



#### **LEYENDA :**

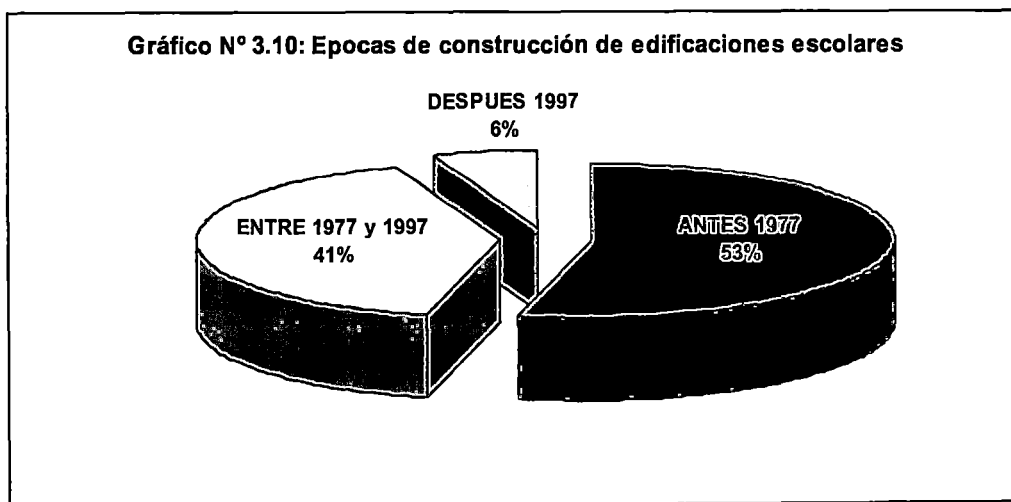
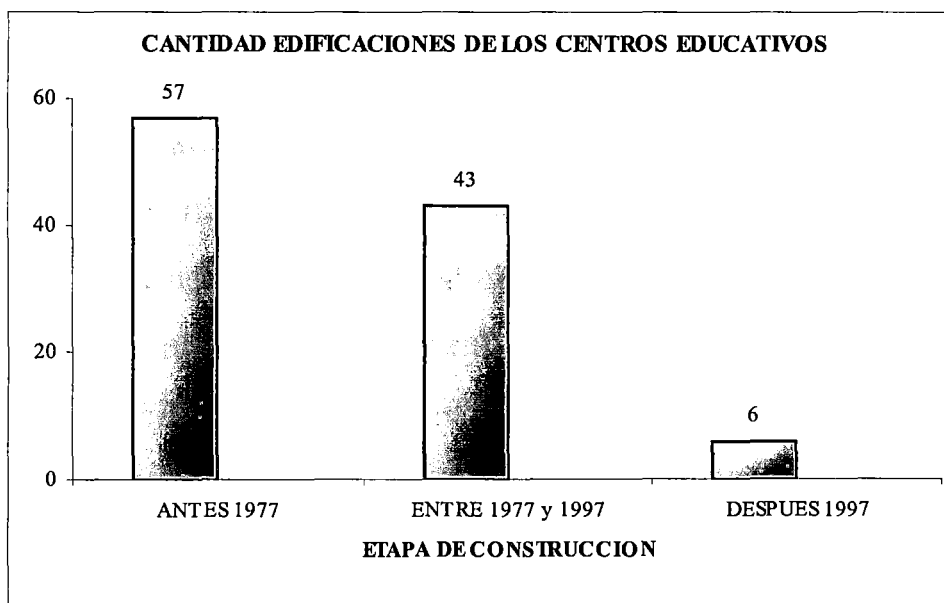
- A** Mampostería sin refuerzo
- B** Mampostería armada o confinada con diafragmas rígidos
- C** Mampostería armada o confinada con diafragmas flexibles
- D** Construcción informal en albañilería
- E** Adobe y Quincha
- F** Pórticos de C°A°
- G** Pórticos de C°A° con vanos rigidizados con mampostería
- H** Estructura de C°A° con placas
- I** Sistemas de pórticos en un sentido y muros portantes en el otro
- J** Estructura de perfiles livianos
- K** Entramados de madera

En la Tabla N° 3.15 y los gráficos N° 3.9 y 3.10, se presentan las cantidades de edificaciones existentes, clasificadas por su época de construcción.

Se observa que son muy pocas las edificaciones que cumplen los reglamentos sismorresistentes vigentes (construidos después de 1997). Más de la mitad de los centros educativos inspeccionados (53%) han sido construidos antes de la norma de 1977.

Tabla N° 3.15: Cantidad de edificaciones por época constructiva

	ANTES 1977	ENTRE 1977 y 1997	DESPUES 1997
<b>EDIFICACIONES COSTRUIDAS</b>	57	43	6





A continuación, se presentan las principales características de las edificaciones (pabellones) que conforman los diversos centros educativos inspeccionados, obtenidas de las fichas de evaluación. La ubicación de los centros educativos en el distrito, se presenta en el plano U-01 (ver Anexos: Planos).

También se presenta el nombre del cuadrante donde se ubica el centro educativo para su fácil ubicación en el plano U-01.

El primer grupo (Grupo I) corresponde a los centros educativos evaluados de gestión estatal. Asimismo se presentan los datos de 12 centros educativos de gestión particular (Grupo II).

A continuación se presenta el resumen obtenido de las fichas de evaluación para cada centro educativo inspeccionado.

## **Grupo I: CENTROS EDUCATIVOS DE GESTION ESTATAL**

Ficha N° 01

**Colegio Nacional Carlos Pareja Paz Soldán; (Cuadrante: B2)  
Calle los Descalzos s/n**

- **Pabellón: P - 1 y P-2 (ver foto N° 3.13)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1975
    - Sistema Estructural : "G"
    - Personas que ocupan el Edificio : 674
  - **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con zapatas de C°A° (profundidad de cimentación aproximada 1.20m)
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
    - No hay suficiente separación entre columnas y tabiquería
    - Buen estado de conservación
    - Cobertura de los pabellones con canalones que presentan moderado deterioro.

**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)

    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - En la entrada hay un muro de adobe h = 3.00m deteriorado que puede obstaculizar la evacuación o acceso.
    - Sistema eléctrico en buenas condiciones
    - Ancho de escalera 1.50m (típico: 1.50m)
  
- **Pabellón: P - 3 (ver foto N° 3.14 y 3.20)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1975
    - Sistema Estructural : "G"
    - Personas que ocupan el Edificio : 300
  - **Observaciones**

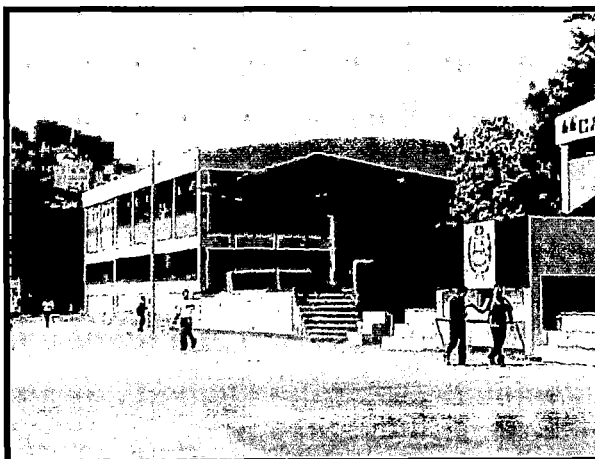
**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con zapatas de C°A° (profundidad de cimentación aproximada 1.20m)
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
    - Problemas de columna corta en fachada lateral de la edificación (No hay suficiente separación entre columnas y tabiquería)
    - Regular estado de conservación
    - Cobertura de los pabellones con canalones que presentan moderado deterioro.

**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)

    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en buenas condiciones
    - Ancho de escalera 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.20: Centro Educativo Paz Soldán

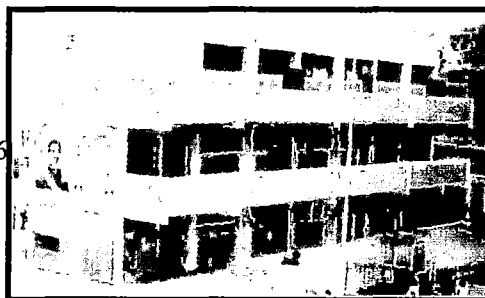


Pág.: 1/1

Ficha N° 02

## Colegio Nacional N° 2002; (Cuadrante: B3) Prolong. Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)

Foto N° 3.21



- **Pabellón: P - 1** (fotos N° 3.21 y 3.22)

- **Descripción de la Estructura**

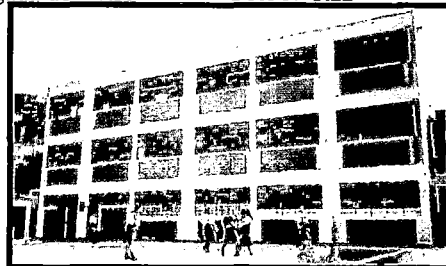
N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1996
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 314

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central
- Existe fisuración en los encuentros muro columna del primer nivel.
- Presenta fisuración en losa del tercer nivel (junto a escaleras)
- La junta sísmica ha sido cubierta con una plancha delgada de fierro
- Regular estado de conservación

Foto N° 3.22



- **Aspecto No – Estructural**

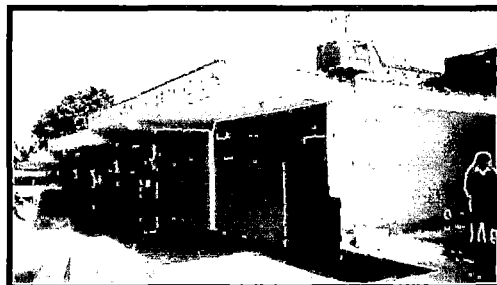
- El parapeto del pasadizo del tercer nivel presenta alta fisuración

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- En la entrada hay un muro de adobe h = 3.00m deteriorado que puede obstaculizar la evacuación o acceso.
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- El parapeto en el tercer nivel tiene menos de 1.00m de altura (típico: 1.20m)
- Ancho de escalera 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.23



- **Pabellón: P – 2** (foto N° 3.23)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1997
Sistema Estructural	: "B"
Personas que ocupan el Edificio	: 174

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Muros portantes en los extremos de aulas
- Regular estado de conservación
- Se puede observar que la losa se ha deflectado (ver foto N°3.23).
- El acero de las vigas está a la intemperie en la azotea
- Construcción realizada por la Asociación de Padres de Familia (APAFA).

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones

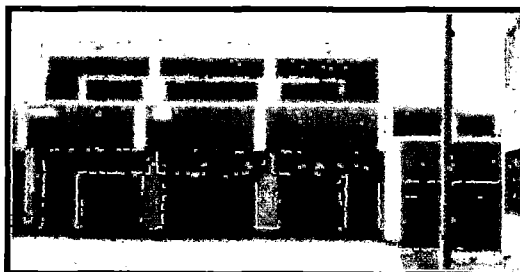
Pág.: 1/2

Ficha N° 02

## Colegio Nacional N° 2002; (Cuadrante: B3) Prolong. Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)

- **Pabellón: P – 3 (similar P-4)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1996
    - Sistema Estructural : "P"
    - Personas que ocupan el Edificio : 168

Foto N° 3.24



- **Pabellón: P – 4 (foto N° 3.24)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1996
    - Sistema Estructural : "P"
    - Personas que ocupan el Edificio : 82

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos niveles.
- Regular estado de conservación

- **Aspecto No – Estructural**

- Cobertura de los pabellones con canalones que presentan moderado deterioro.

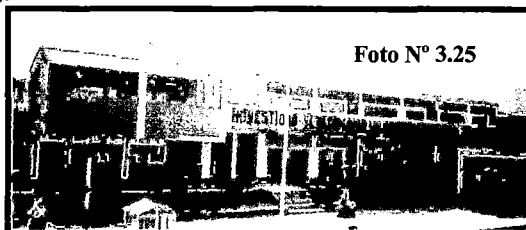
- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- En el primer nivel funciona como laboratorio/sala de reuniones y en el segundo nivel funciona como taller.
- Ancho de escalera 1.50m (típico: 1.50m).

- **Pabellón: P – 5 (foto N° 3.25)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1996
    - Sistema Estructural : "P"
    - Personas que ocupan el Edificio : 329

Foto N° 3.25



- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas en el primer nivel
- El techo de la biblioteca, en el segundo nivel es con material prefabricado tipo fibrablock, éste trabaja con un sistema de vigas de madera, éstas a su vez descansan sobre vigas de C°A° ya existentes.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos niveles.
- Regular estado de conservación.

- **Aspecto No – Estructural**

- Cobertura de los pabellones con canalones que presentan moderado deterioro.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escalera angosta: 1.10m (típico: 1.50m).
- En uno de los ambientes del segundo nivel se ha habilitado la biblioteca (la sobrecarga de diseño requerida es mayor). Los demás ambientes son aulas.

Pág.: 2/2

Ficha N° 03

**CE N° 3002-A (MANUEL PARDO); (Cuadrante: B1)  
Av. Fco. Pizarro y Prolongación Tacna**

Foto N° 3.26-a

• **Paellón: P – 1** (ver foto N° 3.26, módulo de 3 niveles).

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1995
Sistema Estructural	: "P"
Personas que ocupan el Edificio	: 292



○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos últimos niveles.
- Regular estado de conservación.
- El paellón de entrada que es una estructura de 132 años de antigüedad (ver foto N° 3.26- a) tiene columnas circulares de madera, en el primer piso funcionan las oficinas administrativas y el segundo piso ya no es habitable.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- La estructura de la entrada no se puede demoler porque ha sido declarada patrimonio cultural por el Instituto Nacional de Cultura (INC), a pesar que representa un grave peligro para las personas que están dentro y fuera del colegio.
- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- Las losas en el patio se están levantando, lo que obstaculizaría el paso en caso de emergencia.

• **Paellón: P – 2** (ver detalle en foto N° 3.26-b, módulo de 2 niveles, al fondo)

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1995
Sistema Estructural	: "P"
Personas que ocupan el Edificio	: 158

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

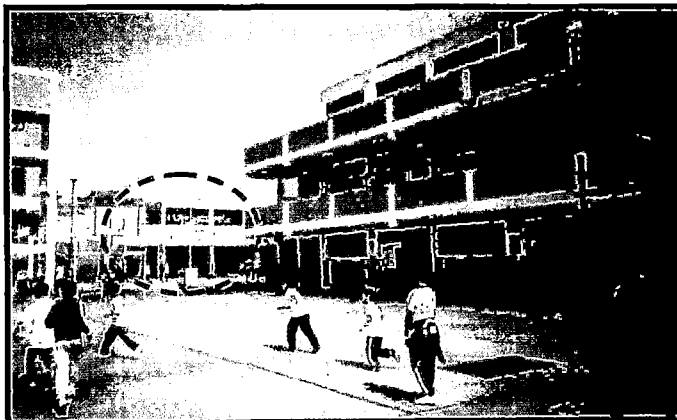
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos niveles.
- Regular estado de conservación.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).

Foto N° 3.26-b



Pág.: 1/1

Ficha N° 04

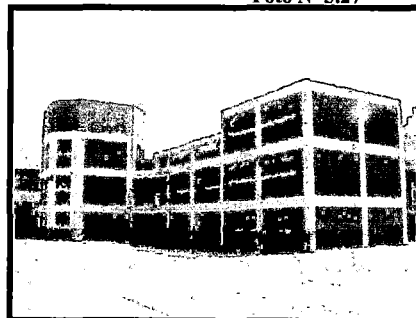
**Colegio Nacional N° 3003; (Cuadrante: A1)  
Calle 10 s/n (Huerta Guinea)**

Foto N° 3.27

- **Pabellón: P – 1 (fotos N° 3.27)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1994  
 Sistema Estructural : "G"  
 Personas que ocupan el Edificio : 571



- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Vanos rigidizados con mampostería.
- Problema de columna corta en todos los niveles.
- Regular estado de conservación.
- No existe junta sísmica entre el módulo del octógono y longitudinal
- Tanque de agua sobre octógono.
- Presenta irregularidad en planta.
- Problemas de torsión.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- En la parte posterior del patio el cerco perimétrico funciona como muro de contención

- **Pabellón: P – 2 (foto N° 3.28)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1964  
 Sistema Estructural : "G"  
 Personas que ocupan el Edificio : 10

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

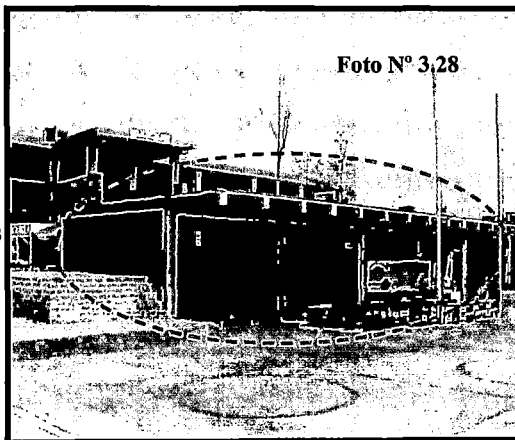
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa maciza y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, del primer nivel.
- Regular estado de conservación.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Existe un solo acceso a esta edificación

Foto N° 3.28



Pág.: 1/2

Ficha N° 04

**Colegio Nacional N° 3003; (Cuadrante: A1)  
Calle 10 s/n (Huerta Guinea)**

● **Pabellón: P – 3 (fotos N° 3.29 y 3.30)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1964
Sistema Estructural	: "T"
Personas que ocupan el Edificio	: 462

○ **Observaciones**

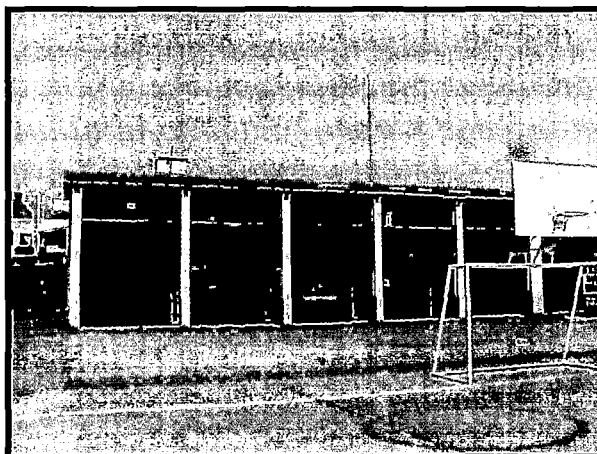
**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal del segundo nivel.
- Mal estado de conservación (deterioro de muros y en unión de vigas y columnas).
- El nombre del sistema estructural es conocido como CARE – 80
- Junta sísmica ha sido cubierta

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (presenta muchos vidrios rotos en las aulas de primaria).
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- Las losas en el patio se están levantando, lo que obstaculizaría el paso en caso de emergencia.
- En la parte posterior del patio el cerco perimétrico tiene la función como muro de contención
- Falta de vidrios en aulas de Inicial
- Muchos vidrios rotos en las aulas primaria



**Foto N° 3.29**  
Vista Frontal P-3



**Foto N° 3.30**  
Vista Posterior P-3

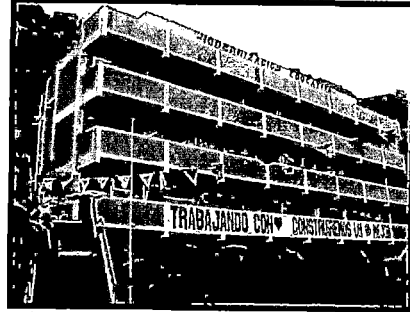
Pág.: 2/2



Ficha N° 05

**Colegio Nacional N° 3006; (Cuadrante: A1)  
Calle Alfonso Ugarte N° 601**

Foto N° 3.31



- **Pabellón: P – 1 (fotos N° 3.31 y 3.32)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 4
  - Año Construcción : 1996
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 637

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

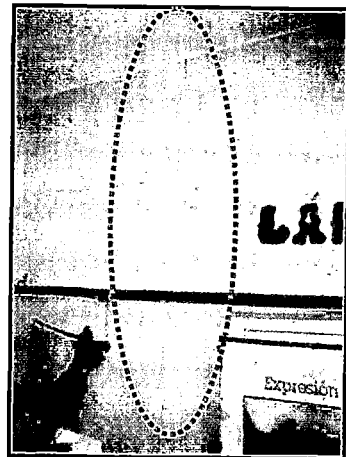
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La edificación fue construida en 1996, junto con los baños, las fisuras en aulas (círculo punteado, foto N° 3.32) aparecieron en el año 1997.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).

Foto N° 3.32



- **Pabellón: P – 2 (foto N° 3.33)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1987
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 280

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte posterior de los dos niveles.
- Regular estado de conservación.
- Al sistema estructural de este pabellón se le conoce como Piba-87.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).



Foto N° 3.33

Pág.: 1/1

Ficha N° 06

**Colegio Nacional N° 3007; (Cuadrante: B1)  
Jr. Marañón s/n**

● **Pabellón: P - 1 (foto N° 3.34)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1993  
Sistema Estructural : "B"  
Personas que ocupan el Edificio : 170

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Sistema estructural de muros portantes.
- Regular estado de conservación.
- En medio de la fachada se encuentra un portón de madera (h =6.00m)
- La fachada es considerada como patrimonio cultural por el INC.
- Las edificaciones vecinas son de adobe de dos pisos que se encuentran en malas condiciones

Foto N° 3.34



**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escalera angosta: 1.10m (típico: 1.50m).
- El cerco lateral que rodea el patio es un sistema 780 (H =3.0m), atrás de éste existe un muro de adobe (H =5.00) en malas condiciones.
- El costo de restauración del portón de madera de la entrada según el INC tiene un costo de S/. 13,000.

Foto N° 3.35

● **Pabellón: P - 2 (foto N° 3.35)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1993  
Sistema Estructural : "I"  
Personas que ocupan el Edificio : 308

○ **Observaciones**

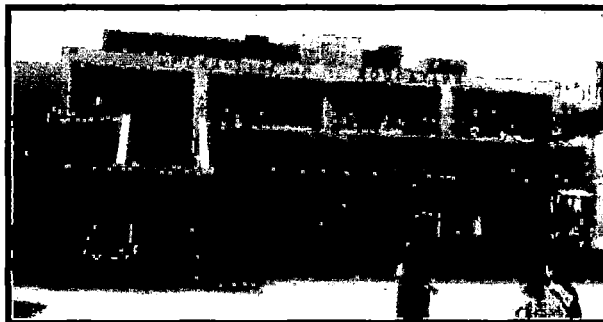
**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- Hay presencia de humedad en los muros de la parte posterior del pabellón.
- No hay separación suficiente con la edificación de adobe vecina.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escalera angosta: 1.20m (típico: 1.50m).

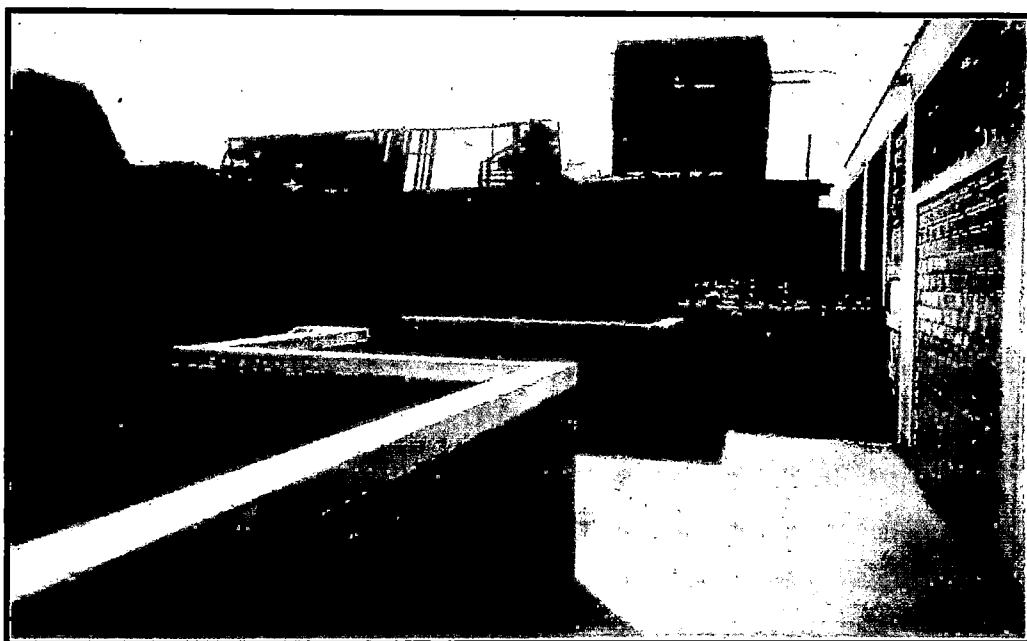


Ficha N° 06

## Colegio Nacional N° 3007; (Cuadrante: B1) Jr. Marañón s/n

- **Pabellón:** P – 3 (similar P-1 CE Manuel Pardo, ver foto N° 3.26 y N° 3.36)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 3
    - Año Construcción : 1995
    - Sistema Estructural : "I"
    - Personas que ocupan el Edificio : 462
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
      - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
      - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
      - Problema de columna corta en la parte frontal, en el último nivel.
      - Regular estado de conservación.
      - No hay separación suficiente con la edificación vecina de adobe de tres pisos (ver foto N° 3.36).
      - Las juntas sísmicas están cubiertas por planchas delgadas de hierro.
    - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Regular zona de evacuación
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones
      - Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
      - El patio que da a este pabellón está a un nivel más alto que el patio principal.

Foto N° 3.36



Ficha N° 07

**Colegio Nacional N° 3009; (Cuadrante: B1)  
Jr. Virú s/n**

• **Paellón: P - 1** (fotos N° 3.37 y 3.38)

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1987 y 1991  
 Sistema Estructural : "B - C"  
 Personas que ocupan el Edificio : 107

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con canalones metálicos y losa aligerada con vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas
- Problema de columna corta en la fachada frontal, en el segundo nivel.
- Regular estado de conservación.
- Separación insuficiente de la edificación con las edificaciones vecinas
- Problemas de humedad en las estructuras a causa de filtraciones de agua de viviendas vecinas (ver detalle, foto N° 3.38)
- Esta edificación esta conformada por una edificación del año '87(ver detalle en foto N° 3.37, edificación tipo C) y otra del '91(edificación tipo B).
- En las escaleras de una de las edificaciones (ver detalle en foto N° 3.37) hay una viga de madera muy antigua y en mal estado
- Peligro de desplome de fachada a causa de la humedad activa existente

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Escaleras angostas: 1.10m (típico: 1.50m).
- Las escaleras no tienen acceso directamente al patio sino a un área pequeña que se encuentra en la entrada de la edificación.

Foto N° 3.37

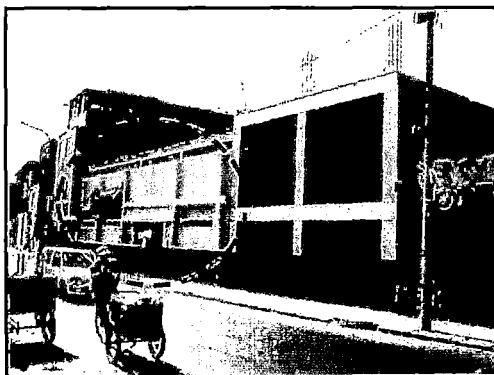
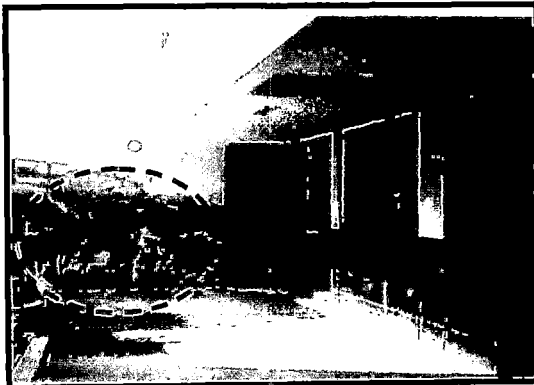


Foto N° 3.38



Pág.:1/2

Ficha N° 07

**Colegio Nacional N° 3009; (Cuadrante: B1)  
Jr. Virú s/n**

- **Pabellón:** P – 2 (fotos N° 3.39 y 3.40)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1991
    - Sistema Estructural : "I"
    - Personas que ocupan el Edificio : 190
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
      - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
      - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
      - Problema de columna corta en la parte posterior de los dos niveles.
      - Regular estado de conservación.
      - En el patio hay un muro de adobe con gran problema de humedad (más de 70 años de antigüedad).
      - Las edificaciones que colindan con el patio algunas son de tres pisos y están muy deterioradas.
    - Aspecto No- Estructural**
      - La estructura de las ventanas del primer piso se han arqueado.
    - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Regular zona de evacuación (zona se ve amenazada por el peligro de desplome de los muros de adobe vecinos).
      - Sistema eléctrico en malas condiciones
      - Escaleras angostas: 1.10m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.39

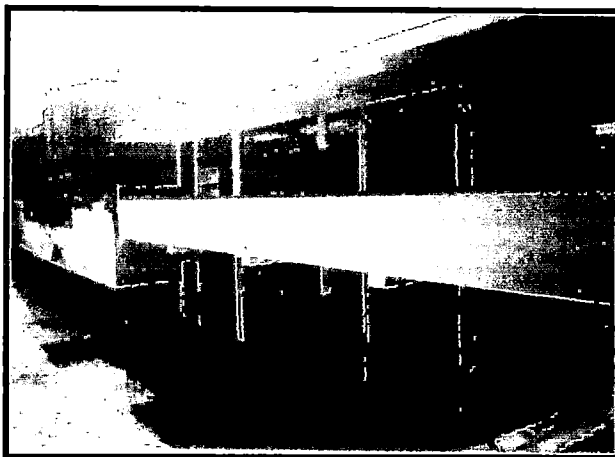
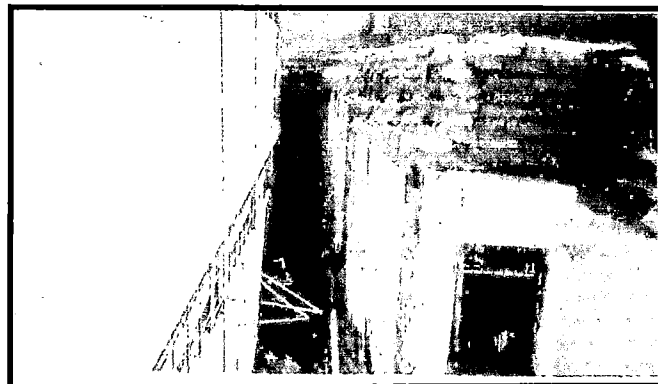


Foto N° 3.40



Ficha N° 08

## Colegio Nacional N° 3017; (Cuadrante: B3) Prolong. Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)

- **Pabellón: P - 1** (similar módulo 3 niveles CE Manuel Pardo, ver foto N° 3.26)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1995  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 304

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los tres niveles.
- Regular estado de conservación.
- Este pabellón no tiene separación suficiente con uno ya existente de dos pisos (P-2, ver foto N° 3.41).

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- La ruta de evacuación da a un patio angosto que está encerrado por otros dos pabellones

- **Pabellón: P - 2**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1993  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 180

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

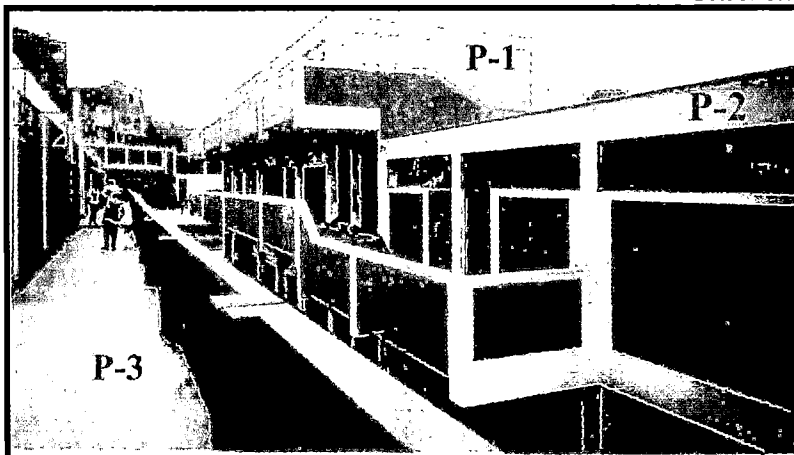
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos niveles.
- Regular estado de conservación.
- Este pabellón no tiene separación suficiente con uno ya existente de tres pisos (P-1, ver foto N° 3.41).
- Este pabellón es conocido como un Sistema-780 que es más antiguo, los niveles de entepiso están más bajos que el primero.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- No tiene escalera para el segundo nivel.
- En el pabellón sólo hay dos ambientes en el segundo nivel
- La ruta de evacuación es limitada y presenta desniveles.

Foto N° 3.41



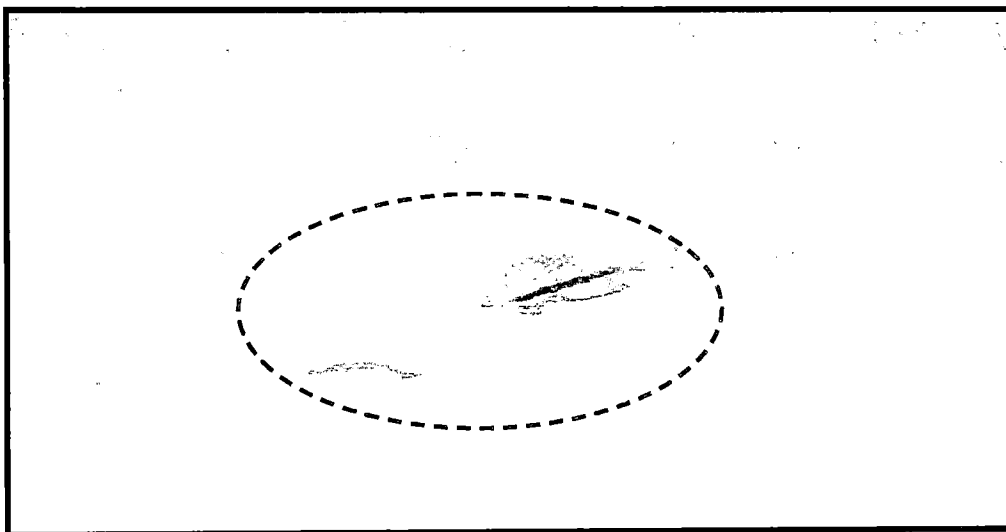
Pág.: 1/2

Ficha N° 08

**Colegio Nacional N° 3017; (Cuadrante: B3)**  
**Prolong. Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)**

- **Pabellón:** P – 3 (ver detalle foto N° 3.41, foto N° 3.42)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1975
    - Sistema Estructural : "I"
    - Personas que ocupan el Edificio : 637
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
      - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
      - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
      - Problema de columna corta en la parte frontal, en los dos niveles.
      - Regular estado de conservación.
      - La estructura no tiene separación suficiente con el tanque elevado de agua que abastece al C.E.
      - El recubrimiento inferior de la losa del primer nivel se está desprendiendo (ver detalle, foto N° 3.42, se puede apreciar el acero de una vigueta de la losa aligerada, ésta es una aula en uso)
      - Las aulas han sido reforzadas en 1985.
    - Aspecto Funcional**  
**(Salidas emergencia, servicios, etc)**
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (falta gran cantidad de vidrios en las aulas).
      - Regular zona de evacuación
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones
      - La ruta de evacuación es limitada y presenta desniveles.
      - Existe una sola escalera para la evacuación del segundo nivel y se ubica en medio del pabellón.

Foto N° 3.42

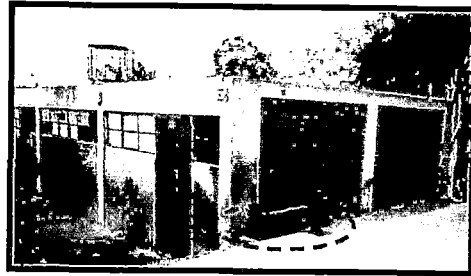


Ficha N° 09

**Colegio Nacional N° 3075 (FLOR DE AMANCAES); (Cuadrante: B3)  
Calle Prolongación Amancaes s/n**

- **Pabellones:** P - 1 y P - 2 (fotos N° 3.43 y 3.44, respectivamente)

Foto N° 3.43



- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 1
  - Año Construcción : 1982
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 186

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
    - Problema de columna corta en la parte frontal.
    - Mal estado de conservación.
    - Uno de los muros portantes de los extremos está muy deteriorado a causa de la humedad (ver detalle en foto N° 3.43)

- **Aspecto No-Estructural**

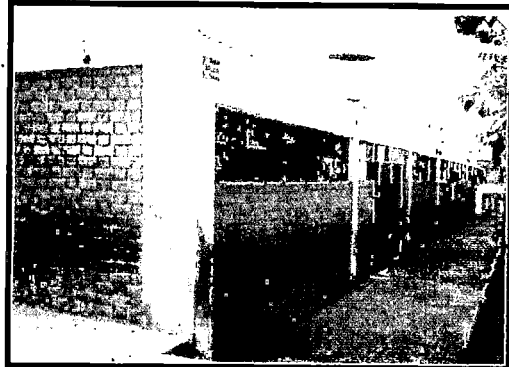
- El cerco que da a la Av. Amancaes presenta zona de gran humedad

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (gran cantidad de ventanas sin vidrios).
      - Regular zona de evacuación y con desniveles.
      - Sistema eléctrico en malas condiciones.

Foto N° 3.44



- **Pabellón:** P - 3 (foto N° 3.45)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 1
  - Año Construcción : 1997
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 186

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

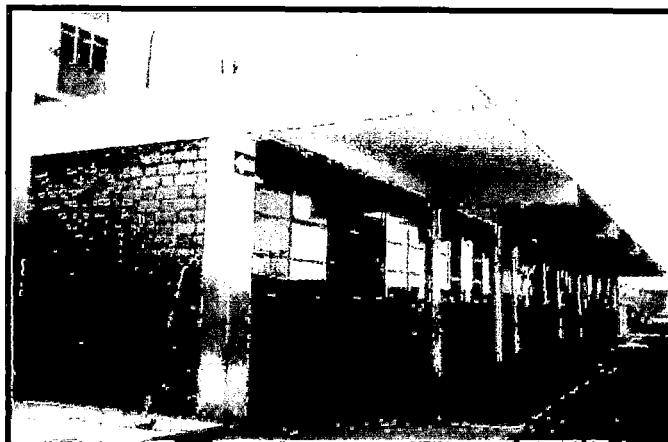
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
    - Problema de columna corta en fachada posterior.
    - Regular estado de conservación.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Regular zona de evacuación y con desniveles.
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones

Foto N° 3.45



Pág.: 1/1



Ficha N° 10

**Colegio Nacional N° 3012, EL ALTILLO; (Cuadrante: B3)  
Psje. Saturno N° 197**

Foto N° 3.46

- **Pabellón:** PRIMARIA (fotos N° 3.46, 3.47 y 3.48)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1957  
 Sistema Estructural : "B - C"  
 Personas que ocupan el Edificio : 498

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas.
- Mal estado de conservación.
- La edificación no presenta juntas sísmicas.
- El sistema de techo del tercer piso es con perfiles livianos que soportan las planchas de FIBRABLOCK (sistema estructural "C")
- La losa aligerada del segundo piso presenta desprendimiento del recubrimiento (ver detalle en foto N° 3.48)
- La construcción de los muros del tercer nivel se ha efectuado de manera informal (APAFA)
- Los muros tienen columnas de confinamiento muy distantes (ver detalle en foto N° 3.46).
- Las aulas para el lado de los SSHH presentan problemas de humedad activa
- El sistema estructural original ha sido diseñado solamente para dos niveles
- Existe discontinuidad en la sección transversal de las columnas.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Mala zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones (ver foto N° 3.48).
- Escaleras angostas: 1.10m (típico: 1.50m).
- El colegio tiene aulas de primaria en el tercer piso

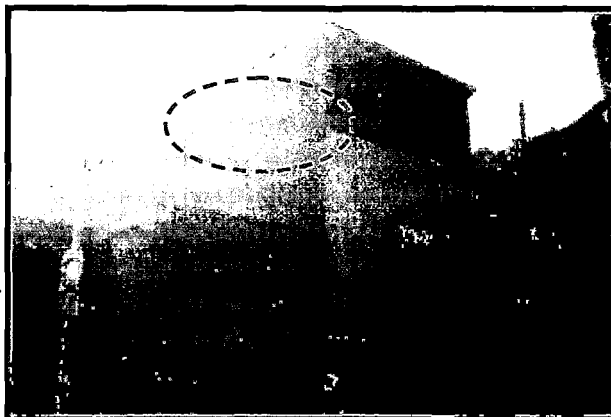
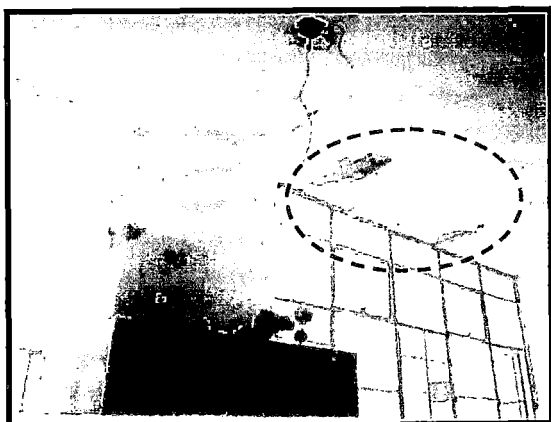


Foto N° 3.47



Foto N° 3.48



Pág.: 1/2

Ficha N° 10

**Colegio Nacional N° 3012, EL ALTILLO; (Cuadrante: B3)  
Psje. Saturno N° 197**

• **Pabellón: BIBLIOTECA (foto N° 3.49)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1980  
Sistema Estructural : "G"  
Personas que ocupan el Edificio : 2

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

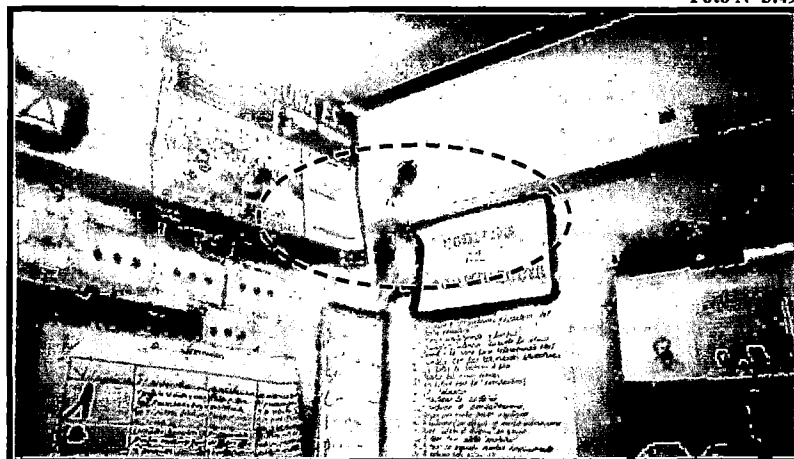
- Sistema de cimentación con zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Mal estado de conservación.
- Se han picado las vigas del segundo piso para habilitar las instalaciones eléctricas (ver detalle en foto N° 3.49)
- Es un sistema estructural con pórticos de C°A°, pero los vanos han sido rellenados informalmente con mampostería.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- El patio de recreo se ve amenazado por el volteo de la parte superior del muro de cerco, que se encuentra en malas condiciones por problemas de humedad.
- En la parte más afectada del cerco la pista está a 2m debajo del nivel superior de éste.

Foto N° 3.49



• **Pabellón: ADMINISTRATIVO**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1995  
Sistema Estructural : "B"  
Personas que ocupan el Edificio : 4

○ **Observaciones**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Regular estado de conservación.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Escalera muy angosta (0.90m) para el acceso al segundo piso, (típico 1.50m).

Ficha N° 11

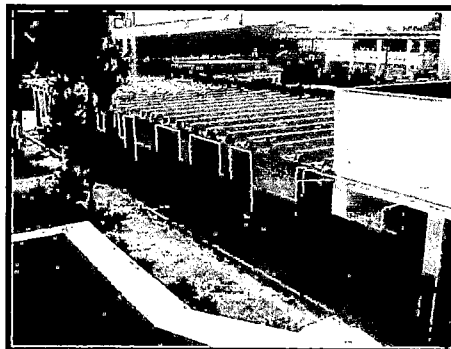
## Colegio Nacional Esther Cáceres Salgado; (Cuadrante: B2) Pasaje Madrid y Av. Alcázar

Foto N° 3.50

- **Pabellón: P – 1** (fotos N° 3.50 y 3.51)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1967
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el edificio	: 150



- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

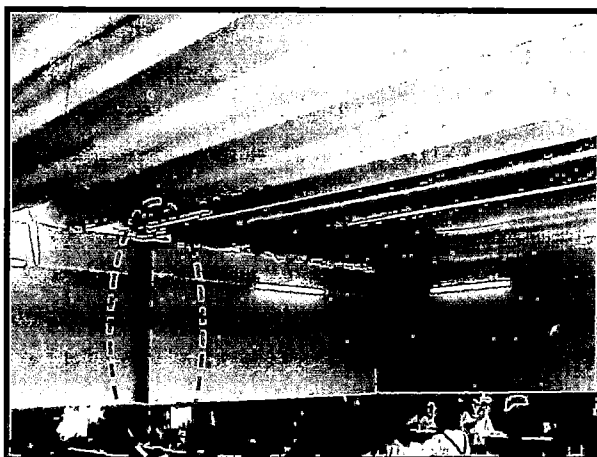
- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con canalones que se encuentran muy deteriorados.
- Sistema estructural de muros portantes confinados con vigas de C°A° y mochetas de ladrillo (ver detalle foto N° 3.51).
- Mal estado de conservación.
- No hay separación suficiente con la edificación vecina de dos pisos.
- Mal procedimiento constructivo de aulas (mochetas mal alineadas y mala colocación de canalones; se ha empleado mala calidad de material).

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Las instalaciones de luz se han habilitado rompiendo los canelones de los techos.
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.51



- **Pabellón: P – 1 – I** (ver foto N° 3.3)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1969
Sistema Estructural	: "B"
Personas que ocupan el edificio	: 100

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con loza aligerada y vigas peraltadas.
- Sistema estructural de muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- La loza de techo del segundo piso presenta gran fisuramiento (por flexión).

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (la mayoría de vidrios de las ventanas están rotos).
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Pág.: 1/3

Ficha N° 11

## Colegio Nacional Esther Cáceres Salgado; (Cuadrante: B2) Pasaje Madrid y Av. Alcázar

Foto N° 3.52

- **Pabellón: P – 2** (foto N° 3.52)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1969
  - Sistema Estructural : "B"
  - Personas que ocupan el edificio : 200



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Sistema estructural de muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
    - Mal estado de conservación.
    - La estructura no presenta juntas sísmicas.
    - Las coberturas del último nivel son canalones que se encuentran en muy mal estado.
    - La base de las columnas presenta fisuramiento severo.
    - Existe gran fisuramiento en el encuentro viga columna del primer nivel (la edificación se ha levantado sobre relleno sanitario).
    - Mal procedimiento constructivo de columnas, algunas están inclinadas
    - Los pisos de las aulas del segundo nivel presentan fisuramiento severo alrededor de las columnas.

**Aspecto Funcional  
(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación para el segundo nivel.
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- Los pisos en general se encuentran en muy mal estado (fisuración severa).

Foto N° 3.53

- **Pabellón: P – 2 – I** (foto N° 3.53)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1969
  - Sistema Estructural : "B"
  - Personas que ocupan el edificio : 200



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Sistema estructural de muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
    - Regular estado de conservación.
    - La estructura no presenta juntas sísmicas.
    - Sobre la ventana del primer salón se aprecia gran fisuramiento
    - Las vigas centrales y de los extremos presentan gran fisuramiento
    - Las vigas y columnas en el aula de la APAFA tienen fisuramiento severo
    - El aula de OBE se ha reforzado con nuevas columnas en la zona frontal
    - Los ambientes de los baños, presentan gran deterioro debido a la humedad
    - En los baños se está desprendiendo el ladrillo del aligerado y la pared del fondo presenta gran fisuración, aparentemente por corte.

**Aspecto Funcional  
(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- El pasadizo se encuentra en muy mal estado originando dificultades al momento de evacuación.

Pág.: 2/3

Ficha N° 11

## Colegio Nacional Esther Cáceres Salgado; (Cuadrante: B2) Pasaje Madrid y Av. Alcázar

Foto N° 3.54

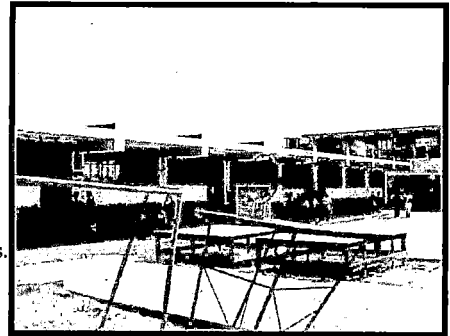
- **Pabellón: P – 3 (foto N° 3.54)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 1
  - Año Construcción : 1969
  - Sistema Estructural : "B"
  - Personas que ocupan el edificio : 250

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- Se presenta una gran fisura en el sentido longitudinal, en toda la edificación



- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (ventanas con vidrios rotos).
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones (existen cables de luz que pasan por el suelo, sujetos a desgaste rápido).
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- En la parte posterior de la primera aula se encuentra descubierto un balón de gas para uso del laboratorio

Foto N° 3.55

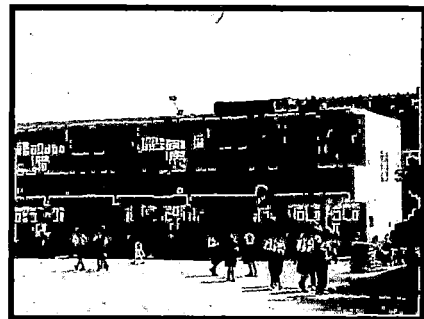
- **Pabellón: P – 4 (fotos N° 3.55 y 3.56)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1969
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el edificio : 350

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- Hay problemas de humedad en muros y techos, puede ocasionar desprendimiento de tartajeo.
- En las aulas del segundo nivel hay gran fisuramiento en la losa, paralelo a las viguetas.
- En las aulas del segundo nivel hay fisuramiento en las columnas del pasadizo.
- En el medio de la edificación existe una junta sísmica de 6cm entre los sistemas independientes.
- En el pasadizo frente a la escalera, se presenta gran fisuramiento.
- Sobre el descanso de la escalera existen columnetas de C°A°, que están fisuradas y dos de ellas ya se han desprendido (ver detalle foto N° 3.56).

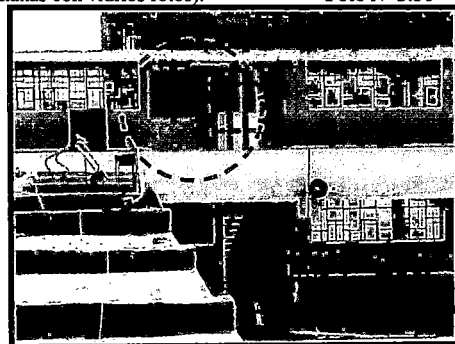


- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (ventanas con vidrios rotos).
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos del primer nivel están en buen estado
- Ancho de escalera: 1.70 (típico: 1.50m).

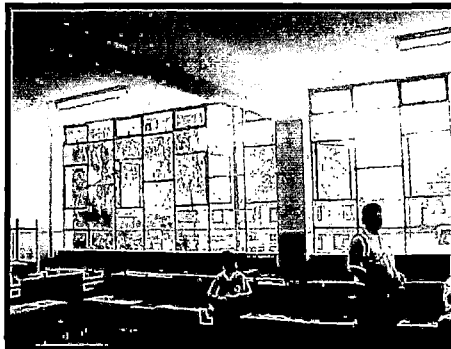
Foto N° 3.56



Ficha N° 12

**Colegio Nacional N° 3014, LEONCIO PRADO; (Cuadrante: B2)  
Av. Alcázar / Pasaje Madrid s/n**

Foto N° 3.57: estructuración interior



- **Pabellón: P – 1 (foto N° 3.57)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1975
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 820

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en parte central.
- Regular estado de conservación.
- El sistema tiene una junta sísmica de 1"
- No existe problema de columna corta (la mampostería esta separada de las columnas).

- **Aspecto No – Estructural**

- Existe fisuramiento superficial en las vigas del primer piso

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (ventanas con muchos vidrios rotos que pueden caerse).
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones (las tuberías de luz están al descubierto en el piso).
- Ancho de escaleras: 2m (típico 1.50m).
- Los ambientes para cómputo y biblioteca son muy reducidos.

- **Pabellón: P – 2 (foto N° 3.58)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1989
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 708

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

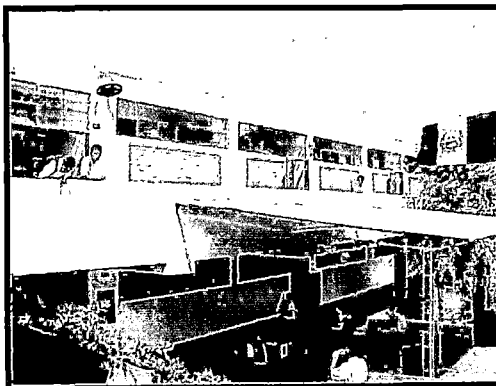
- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en parte central.
- Regular estado de conservación.
- Existe problema de columna corta en los dos niveles, la albañilería no está separada de la columna.
- Existe fisuramiento en el contorno de las vigas del primer piso.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica (ventanas con muchos vidrios rotos que pueden caerse).
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones.
- Ancho de escaleras: 2m (típico 1.50m).
- Los ambientes para cómputo y biblioteca son muy reducidos.

Foto N° 3.58



Pág.: 1/1

Ficha N° 13

**Colegio Nacional N° 3015 (Cuadrante: B3)  
Prolongación Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)**

- **Pabellón: P - 1** (fotos N° 3.59)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1960
    - Sistema Estructural : "B - C"
    - Personas que ocupan el Edificio : 658
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
      - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas, éstas se han reforzado en 1990.
      - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°.
      - Regular estado de conservación.
      - La junta sísmica en la mitad del pabellón está cubierta por una plancha delgada de fierro ((ver detalle en foto N° 3.59).
      - Existe fisuramiento en el tarrajeo del segundo nivel debajo del ladrillo pastelero.
      - La estructuración de techo del segundo piso es con planchas de FIBRABLOCK, éstas están levemente fisuradas.
    - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Regular zona de evacuación
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones
      - Escaleras de salida muy angostas 1.20m de ancho
      - Los pasadizos se encuentran muy deteriorados

Foto N° 3.59



Ficha N° 13

## Colegio Nacional N° 3015 (Cuadrante: B3) Prolongación Eléspuru s/n (AA.HH Mcal. Castilla)

- **Pabellón: P – 2**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1998  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 386

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- No existe problema de columna corta (separación suficiente de las columnas y tabiquería).
- Existe fisuramiento en el tarrajeo del segundo piso debajo del ladrillo pastelero
- Sistema estructural conocido como Sistema – 780 (6 aulas).

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).

- **Pabellón: P – 3**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1998  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 270

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- No existe problema de columna corta (separación suficiente de las columnas y tabiquería).
- Existe fisuramiento en el tarrajeo del segundo piso debajo del ladrillo pastelero
- Sistema estructural conocido como Sistema – 780 (4 aulas).

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).



Ficha N° 14

**Colegio Nacional Especial Ricardo Bentín (Cuadrante: B2)  
Av. La Capilla y Av. Prolong. Tacna**

• **Pabellón: P - 1 (foto N° 3.60)**

Foto N° 3.60

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1981  
 Sistema Estructural : "B - C"  
 Personas que ocupan el Edificio : 180

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Los canalones del techo (2° nivel) se encuentran muy deteriorados
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- La estructura principal no tiene junta sísmica
- Existe fisuración en todos los muros del primer y segundo nivel.
- Problemas de humedad en muros del primer piso
- Falta de confinamiento de los muros exteriores del segundo nivel.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Pasadizo muy angosto (0.90m) en el segundo nivel; (típico: 2.10m), (ver foto N° 3.60)
- Centro Educativo Especial (CEE), alberga niños sordomudos, con retardo mental y autistas.



• **Pabellón: P - 2 (foto N° 3.61)**

Foto N° 3.61

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1981  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 61

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- Existe fisuración en muros en el primer y segundo piso
- En el primer piso debajo del pasadizo hay gran fisuración de muros ocasionados por problemas de humedad
- En el segundo piso se han levantado muros con bloquetas, presentan gran fisuración.

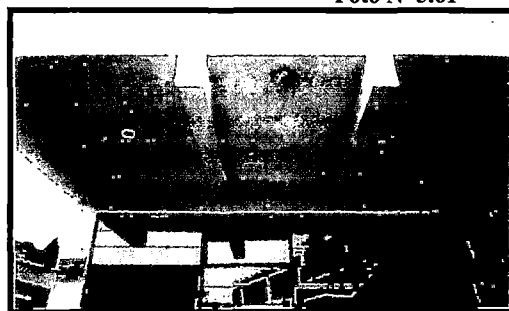
**Aspecto no-estructural**

- Para dividir las aulas se ha utilizado material prefabricado, tipo FIBRABLOCK

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escalera: 1.50m (típico: 1.50m).
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Las aulas están subdivididas en tres aulas



Ficha N° 14

**Colegio Nacional Especial Ricardo Bentín (Cuadrante: B2)  
Av. La Capilla y Av. Prolong. Tacna**

• **Pabellón: P - 3**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
Año Construcción : 1981  
Sistema Estructural : "C"  
Personas que ocupan el Edificio : 21

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

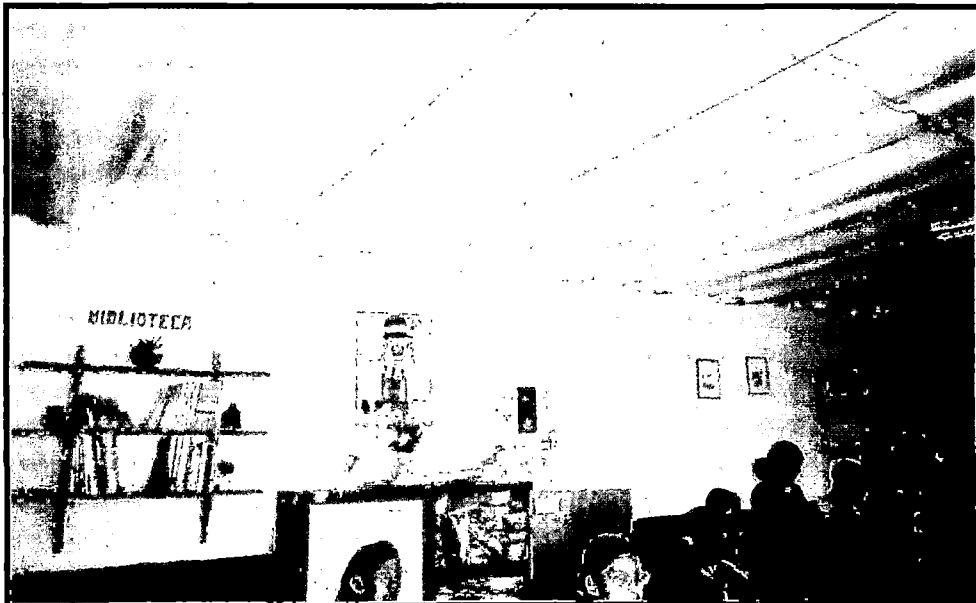
- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con canalones y calamina, éstos se encuentran muy deteriorados.
- Muros portantes sin confinamiento.
- Mal estado de conservación.
- Existe fisuración en muros del primer nivel.
- Problemas de humedad en muros del primer piso
- Los problemas de humedad de los SS.HH están afectando a la estructura

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Existen cables desprendidos en el techo de la estructura.
- Existe problemas de inundación en el patio por el mal estado de las tuberías de desagüe

Foto N° 3.62



Ficha N° 15

## CEI N° 320 (Cuadrante: B3) Ref. Espalda del CE 2002

- **Pabellón: P - 1**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1976
Sistema Estructural	: "C"
Personas que ocupan el Edificio	: 93

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con canalones, éstos se encuentran en malas condiciones.
- Muros portantes confinados con vigas y columna de C° A°.
- Mal estado de conservación.
- Existe fisuración en muros

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.63



- **Pabellones: P – 2 y P – 3 (foto N° 3.63)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1976
Sistema Estructural	: "J"
Personas que ocupan el Edificio	: 93

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

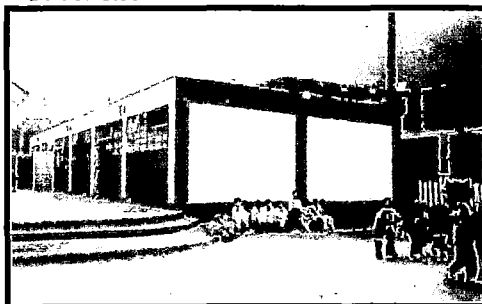
- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con canalones, éstos se encuentran en malas condiciones.
- Muros con paneles de FIBRABLOCK armados con perfiles livianos.
- Mal estado de conservación.

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación.
- Sistema eléctrico en malas condiciones.
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado.

Foto N° 3.64



- **Pabellón: P – 4 (foto N° 3.64)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 2002
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 93

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- No existe problema de columna corta (separación suficiente de las columnas y tabiquería).
- Sistema estructural conocido como Sistema – 780 (2 aulas).

- **Aspecto No – Estructural**

- El cerco de la parte posterior a las aulas esta en malas condiciones por problemas de humedad

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones

Pág.: 1/1

Ficha N° 16

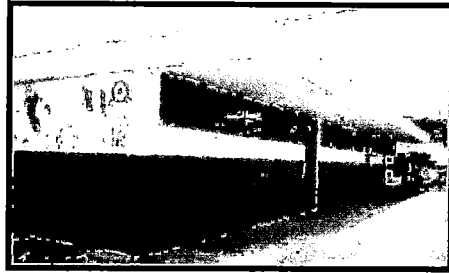
**CEI N° 325 (Totorita); (Cuadrante: C2)  
Psje. Tomas Vidal s/n**

Foto N° 3.65

- **Pabellón: P - 1** (foto N° 3.65 y 3.66)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1977  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 53



- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Mal estado de conservación.
- Problemas de humedad en la fachada posterior.
- Existe fisuración en muros
- Por el deterioro del techo la losa tiene aberturas de 30cm de diámetro aproximadamente (ver foto N° 3.66)
- El techo de esta edificación fue reparada por dentro en el 2001
- En el ambiente de la cocina el techo se ha deflectado y está altamente fisurado

**Aspecto No – Estructural**

- El cerco de albañilería del patio que delimita el colegio con las edificaciones vecinas no tiene confinamiento
- El cerco de albañilería tiene gran problema de humedad

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones

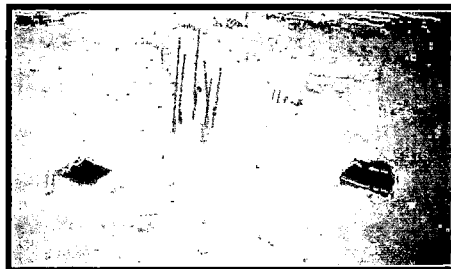


Foto N° 3.66

- **Pabellón: P – 2** (foto N° 3.67)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1977  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 28

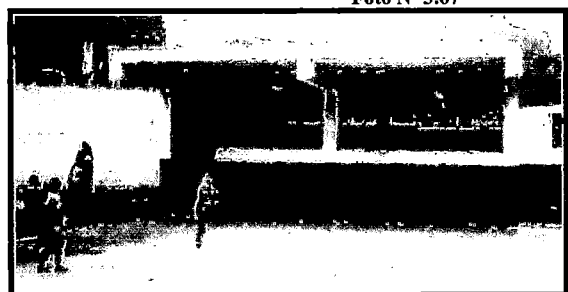


Foto N° 3.67

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- Existe fisuración en muros

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Detrás de esta edificación hay una sub estación de Luz
- Las edificaciones vecinas que colindan con el patio tienen una construcción informal en albañilería y son de tres niveles.

Pág.: 1/1

Ficha N° 17

**CEI N° 391-1 (FLOR DE AMANCAES); (Cuadrante: B3)  
Calle Prolongación Amancaes s/n**

Foto N° 3.68



- **Pabellón: P - 1 (foto N° 3.68)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1983
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el Edificio	: 206

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con material prefabricado tipo FIBRABLOCK en deterioro por servir de pase libre a gente de mal vivir.
- Mal estado de conservación.
- Existe fisuración en muros
- El cerco de albañilería en la fachada principal tiene gran problema de humedad
- La estructuración de la edificación es de albañilería sin confinamiento (ver detalle en foto N° 3.68, mocheta de ladrillo).
- En la parte posterior la acumulación de basura y desmonte está que hace trabajar al muro posterior como muro de contención y esta afectado por problemas de humedad.
- El recubrimiento del Fibrablock en el techo esta fisurado.

- **Aspecto No – Estructural**

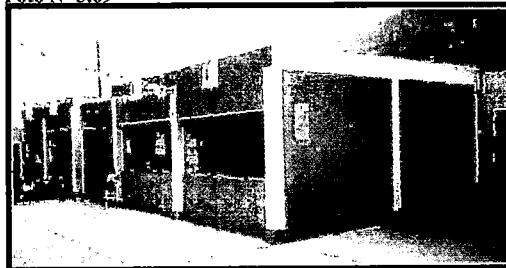
- Los parapetos de la parte frontal de las aulas están deteriorados

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- El sistema eléctrico esta en regulares condiciones
- Constantemente gente de mal vivir pasa al techo de las aulas y su actitud de violencia incomoda a la población estudiantil y al personal docente lo que incomoda y se está en constante presión; no existe cerco perimétrico en la parte posterior.

Foto N° 3.69



- **Pabellón: P – 2 (foto N° 3.69)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1993
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 27

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- Sistema estructural similar al Sistema – 780 (2 aulas), diseñado para centros de educación inicial
- Existe fisuración de las columnas en el encuentro con las vigas
- Esta edificación esta afectada por problemas de humedad debido a filtraciones en tuberías de los baños en mal estado
- En la parte que da a la calle la acumulación de basura y desmonte y la humedad están desestabilizando el terreno y debilitando la estructura

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

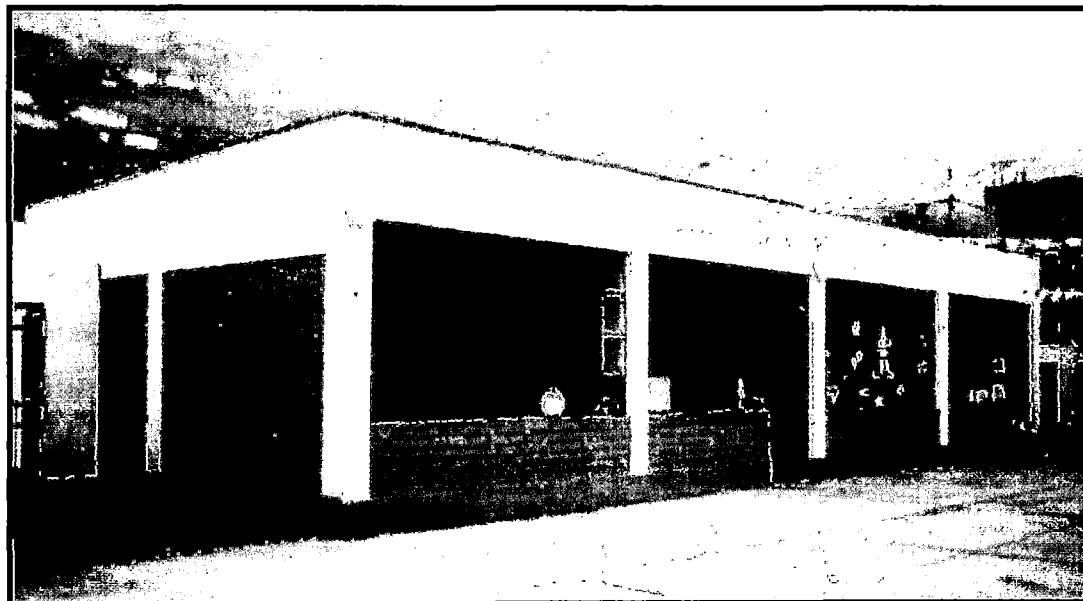
Pág: 1/2

Ficha N° 17

**CEI N° 391-1 (FLOR DE AMANCAES); (Cuadrante: B3)  
Calle Prolongación Amancaes s/n**

- **Pabellón: P – 3 (foto N° 3.70)**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 1
    - Año Construcción : 1983
    - Sistema Estructural : “C”
    - Personas que ocupan el Edificio : 27
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
      - Sistema estructural de techo con paneles de FIBRABLOCK, apoyados sobre vigas de madera y éstas sobre unas vigas metálicas (perfiles livianos).
      - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
      - Regular estado de conservación.
    - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Buena zona de evacuación
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones
      - Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.70



Ficha N° 18

## EPM 3019-2 (Cuadrante: B3) Av. Las Mercedes y Condorcanqui

- **Pabellón: P - 1** (foto N° 3.71 y 3.72)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1960 y 1970
    - Sistema Estructural : "B"
    - Personas que ocupan el Edificio : 304
  - **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°.
    - Mal estado de conservación.
    - Los muros del 1er y 2do piso presentan deterioro (ver detalle, foto N° 3.71)
    - Fisuración en muros y losa en el aula de la biblioteca en segundo piso.
    - Problemas de humedad en la losa del segundo piso (ver detalle, foto N° 3.72)

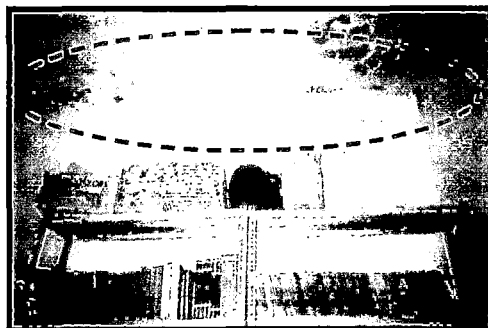
**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)

    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en malas condiciones
    - Escalera angosta: 1.0m de ancho (típico 1.50m de ancho).
    - Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
    - Los pasadizos se encuentran muy deteriorados

Foto N° 3.71



Foto N° 3.72



- **Pabellón: P - 2**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 2
    - Año Construcción : 1960 - 1970
    - Sistema Estructural : "B"
    - Personas que ocupan el Edificio : 304
  - **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con cimientos corridos.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°.
    - Mal estado de conservación.
    - Desprendimiento de recubrimiento de la losa en el segundo piso (mitad pabellón)
    - Deterioro de las columnas del primer nivel
    - Base de muros de la fachada principal muy deteriorados.
    - Las columnas de confinamiento están muy espaciadas para el lado de la Av. Las Mercedes

**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)

    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en malas condiciones, la caja de luz esta sin protección y en mal estado, en contacto directo con los niños.
    - Escalera angosta: 1.0m de ancho (típico 1.50m de ancho).
    - Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
    - Los pasadizos se encuentran muy deteriorados

Pág.: 1/1

Ficha N° 19

**EPM N° 2099 (ROSA MERINO); (Cuadrante: B2)  
Av. Alcázar s/n**

- **Pabellón: CEI N° 394-I (foto N° 3.73)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1975  
 Sistema Estructural : "A"  
 Personas que ocupan el Edificio : 110

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

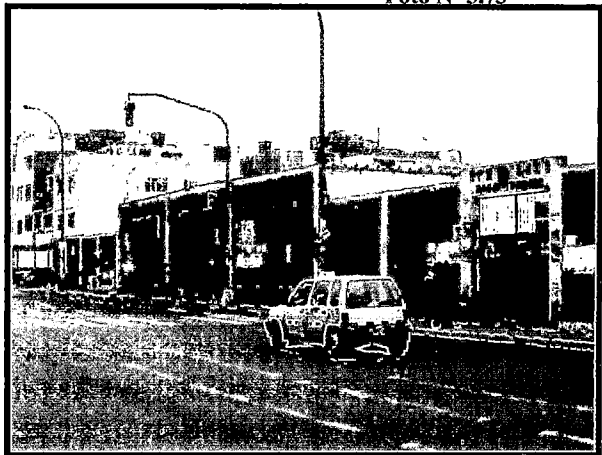
- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con canalones.
- Muros portantes confinados con mochetas de confinamiento.
- Regular estado de conservación.
- La edificación es una de las más antiguas del colegio
- El aula que da hacia la Av. Alcázar presenta fisuramiento en todos sus muros
- La altura de piso es 3.5m

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.73



- **Pabellón: Administrativo**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1993  
 Sistema Estructural : "T"  
 Personas que ocupan el Edificio : 20

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- Problema de columna corta en la fachada del segundo nivel (separación insuficiente de las columnas y tabiquería).
- Existe fisuramiento en el tarrajeo del segundo piso debajo del ladrillo pastelero
- Sistema estructural conocido como Sistema – 780 (4 aulas).
- El sistema tiene una junta sísmica de 2" entre los ambientes con la escalera
- Existen fisuras producidas por flexión que contornean toda la viga y continúan en la losa.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- Ancho de escalera: 2.0m de ancho (típico 1.50m de ancho).
- Los pisos de las aulas se encuentran en buen estado



Ficha N° 19

**EPM N° 2099 (ROSA MERINO); (Cuadrante: B2)  
Av. Alcázar s/n**

• **Pabellón: Sistema 780 – 3 niveles (ver foto N° 3.74)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
Año Construcción : 1993  
Sistema Estructural : "I"  
Personas que ocupan el Edificio : 560

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, en el último nivel.
- Buen estado de conservación.
- Existen fisuras en las vigas de los ambientes del tercer nivel, junto a las escaleras

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- Ancho de escaleras :1.50m (típico: 1.50m)
- 

Foto N° 3.74



• **Pabellón: Administrativo (Ver detalle, foto N° 3.75)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
Año Construcción : 1975  
Sistema Estructural : "C"  
Personas que ocupan el Edificio : 42

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con canalones.
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- La edificación es la más antigua del colegio
- Existe problema de columna corta, no hay separación del muro con la columna
- La estructura no está separada lo suficiente de la estructura vecina (CEO), ver foto N° 3.75.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones

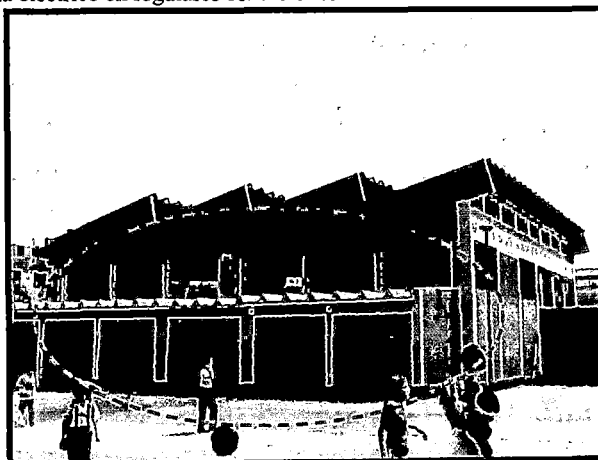


Foto N° 3.75

Pág.: 2/2

Ficha N° 20

**Colegio Nacional N° 3021; (Cuadrante: B1)  
Jr. Trujillo cuadra 5**

• **Pabellón: P – 1 (fotos N° 3.76 y 3.77)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1995  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 601

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- El sistema no tiene una juntas sísmicas
- La mampostería no esta separada de las columnas (no existe problema de columna corta).
- La edificación presenta problemas de torsión por esquinas entrantes (ver foto N° 3.77)
- La edificación presenta una forma irregular en planta (tipo U).
- La habilitación de un baño para las aulas de educación inicial se ha hecho informalmente picando una columna en el primer piso.
- Existe una gran fisura en uno de los muros portantes del segundo nivel, visible por ambos lados.
- Gran cambio de rigideces en altura entre el primer nivel y los demás niveles en una parte de la edificación (falta por piso blando).
- El tanque de agua se ubica sobre aulas del tercer nivel.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.80m (típico: 1.50m); una sola escalera para la evacuación de los dos niveles superiores.

Foto N° 3.76

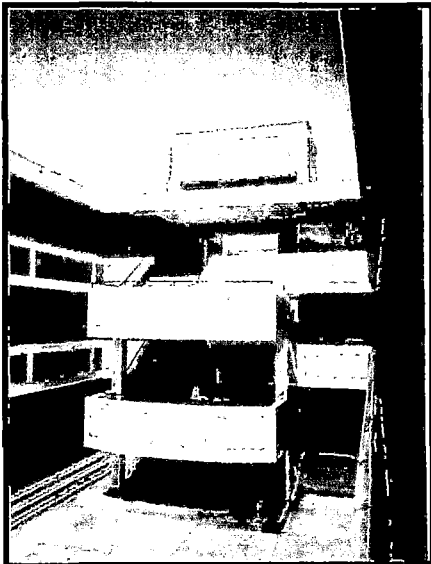
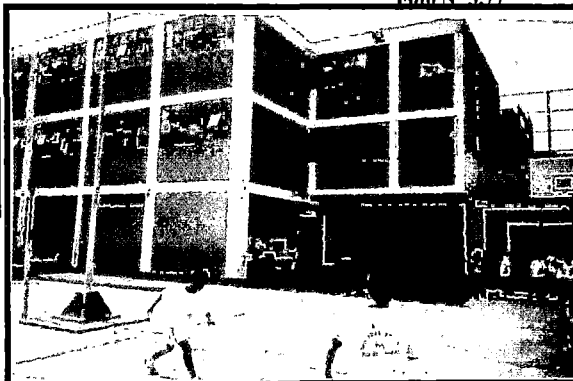


Foto N° 3.77



Pág.:1/1

Ficha N° 21

**EPM N ° 3005, Ricardo Quimper; (Cuadrante: B2)  
Jr. Tumbes s/n**

• **Pabellón: P – 1 (foto N° 3.78 y 3.79)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1960
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 417

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- Los problemas de humedad de las edificaciones vecinas están afectando a la estructura en la parte posterior.
- Existe fisuración en muros del primer y segundo piso, predominando en éste último (ver detalles foto N° 3.78)
- Graves problemas de humedad en la losa del pasadizo que da a las oficinas del segundo nivel (foto N° 3.78)
- La junta sísmica se encuentra en el primer nivel (ver detalle foto N° 3.79)
- En los SS.HH del primer nivel hay desprendimiento del recubrimiento en la losa por efectos de humedad, la cual afecta a los muros del segundo nivel.
- Por la forma de las vigas se puede decir que éstas han sido reforzadas, se desconoce la fecha.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Limitada zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escaleras angostas: 1.0m (típico: 1.50m).
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.78

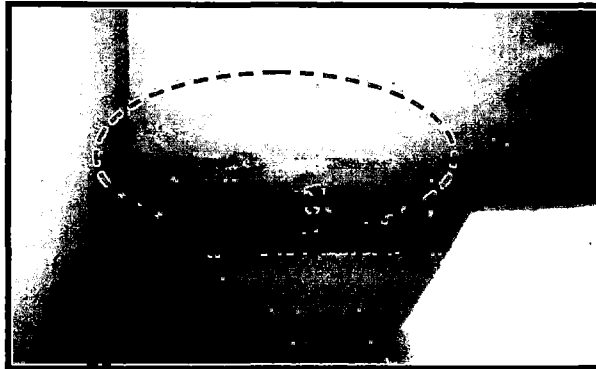
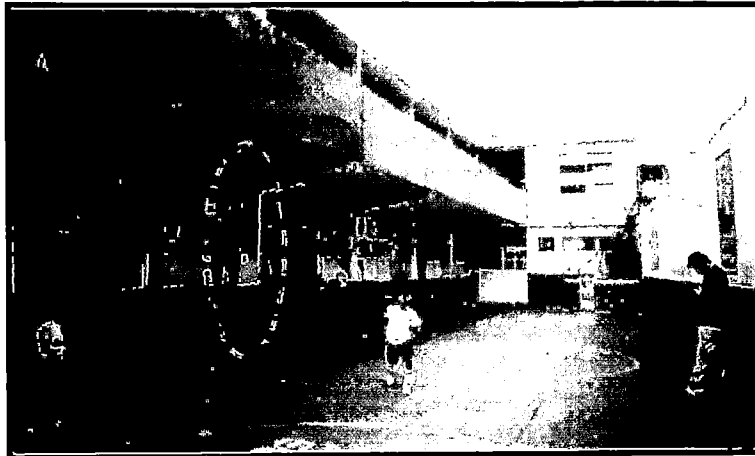


Foto N° 3.79



Pág.:1/1

Ficha N° 22

## CEI – 072; (Cuadrante: B1) Francisco Pizarro y Prolongación Tacna

- **Pabellón: Típico (P – 1, P- 2, ver foto N° 3.80)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1998  
 Sistema Estructural : "I"  
 Personas que ocupan el Edificio : 317

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- El edificio no tiene juntas sísmicas
- En la parte posterior del terreno se han habilitado dos aulas con techo de material prefabricado

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m).
- Las escaleras que conducen a las aulas del 2° piso son muy angostas
- Tanque elevado de agua ubicado sobre el cajón de las escaleras.

- **Pabellón: P – 3 (foto N° 3.70)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1983  
 Sistema Estructural : "C"  
 Personas que ocupan el Edificio : 27

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con paneles de FIBRABLOCK, apoyados sobre vigas de madera y éstas sobre unas vigas metálicas (perfiles livianos).
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

Foto N° 3.80



Pág.:1/1

Ficha N° 23

**G.U.E María Parado de Bellido; (Cuadrante: B2)  
Av. Antón Sánchez s/n**

• **Pabellón: Típico (7 Pabellones) (foto N° 3.82)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1975  
 Sistema Estructural : "T"  
 Personas que ocupan el Edificio : 4880

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en la parte frontal, del segundo nivel
- Mal estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- Las juntas sísmicas están cubiertas por planchas delgadas de hierro.
- Gran deterioro de muros estructurales por humedad de los SS.HH del 1er nivel
- Desprendimiento de recubrimiento del techo del segundo nivel
- Fisuración en muros y columnas de aulas del segundo nivel

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ventanas con muchos vidrios rotos se pueden caer
- Los pasadizos se encuentran muy deteriorados

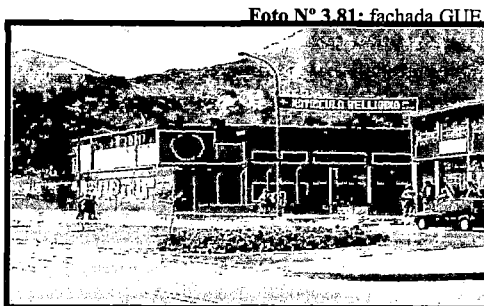
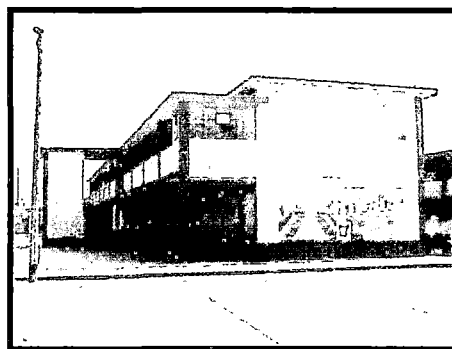


Foto N° 3.81: fachada GUE

Foto N° 3.82: Pabellón típico



• **Pabellón: P – 8 (foto N° 3.83)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1995  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 160

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°.
- Buen estado de conservación.
- La estructura esta a la mitad de su construcción

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Los pisos de las aulas se encuentran en buen estado

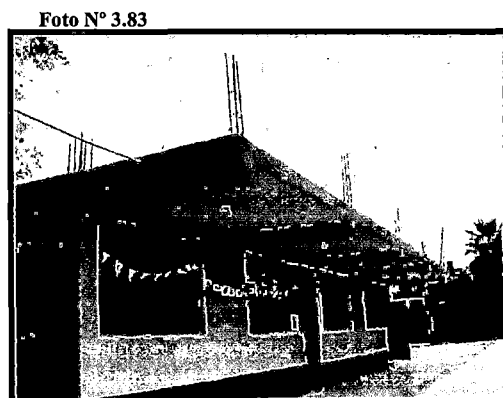


Foto N° 3.83

Ficha N° 24

**GUE RICARDO BENTIN; (Cuadrante: C2)**  
**Av. Ricardo Bentín s/n**

- **CEI 394- 2: aulas para inicial (foto N° 3.84)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
Año Construcción : 1951  
Sistema Estructural : "D"  
Personas que ocupan el Edificio : 26

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

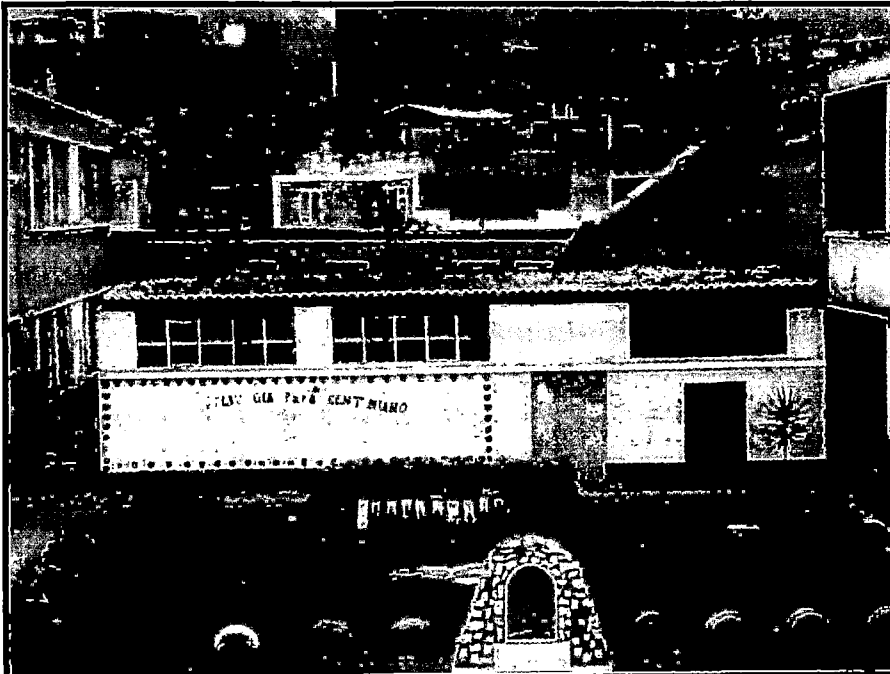
- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con planchas de eternit y calamina apoyadas sobre vigas de madera (2"x6")
- Muros portantes en los extremos y los divisorios no están confinados
- Mal estado de conservación.
- Las vigas al ser de poca sección y utilizadas en una luz grande están deflectadas
- Para controlar el calor que deja pasar el eternit se han usado planchas de triplay que están a punto de desprenderse a causa de la humedad
- Las vigas de madera sobre las ventanas están muy deterioradas (húmedas y apollilladas) con peligro de colapsar.
- Los demás ambientes, los baños y una de las aulas presentan gran humedad y fisuración en los muros
- El último ambiente administrativo presenta un fisuramiento severo en la losa y muros
- Los ambientes posteriores (02 baños, 02 aulas), la losa de techo está recubierta con yeso, su mal estado de conservación podría desprenderse y ocasionar múltiples accidentes.
- El muro de ingreso a las aulas no está separado del pabellón Manco II y está fisurado en el encuentro
- En el aula lila las mochetas de confinamiento del muro se han cortado en la mitad para construir la pizarra
- Los muros del aula amarilla que separan las aulas con la calle, presentan problemas de humedad en la parte alta

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Estos ambientes se utilizaron como aulas de Inicial en el año 1997
- Los pisos de madera presentan gran humedad y mal estado de conservación
- El ambiente del aula amarilla está al costado de un taller mecánico
- Los aparatos sanitarios de los SS.HH son muy grandes y están en malas condiciones, no son aptos para los menores
- El patio de recreo está bajo techo
- El acceso a las últimas aulas es por una puerta de 1.2m de ancho

Foto N° 3.84: aulas de inicial



Pág.:1/5

Ficha N° 24

**GUE RICARDO BENTIN; (Cuadrante: C2)  
Av. Ricardo Bentín s/n**

- **Pabellón: Cahuide**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1951  
Sistema Estructural : "T"  
Personas que ocupan el Edificio : 200

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel
- Los muros de la fachada posterior están sometidos a humedad activa

**Aspecto No – Estructural**

- La altura de parapetos es de 1.15m

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ventanas con muchos vidrios rotos se pueden caer
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.85

- **Pabellón: Manco II (foto N° 3.85)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
Año Construcción : 1951  
Sistema Estructural : "T"  
Personas que ocupan el Edificio : 200

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel

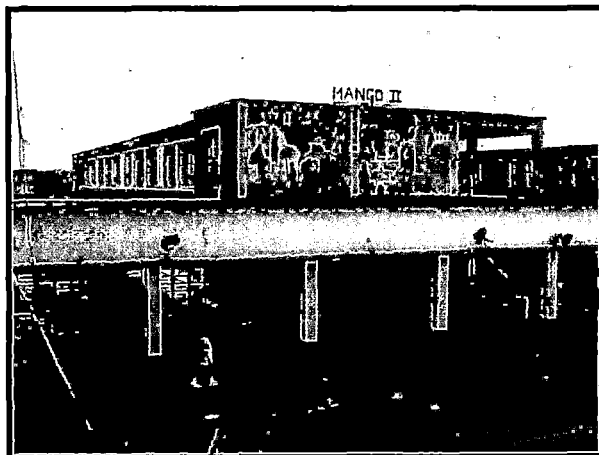
**Aspecto No – Estructural**

- La altura de parapetos es de 1.15m
- En la parte central entre pabellones existe una gruta de C°A° en malas condiciones, hay peligro de desplome (ver foto N° 3.84)

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ventanas con muchos vidrios rotos se pueden caer
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)



Ficha N° 24

## GUE RICARDO BENTIN; (Cuadrante: C2) Av. Ricardo Bentín s/n

- **Pabellón:** M. Parado de Bellido (foto N° 3.86)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1951
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 100

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel

- **Aspecto No – Estructural**

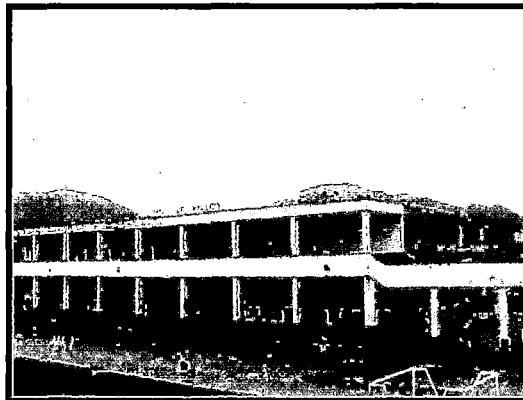
- La altura de parapetos es de 1.15m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.86



- **Pabellón:** Pabellón Central (foto N° 3.87)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 3
  - Año Construcción : 1951
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 100

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel

- **Aspecto No – Estructural**

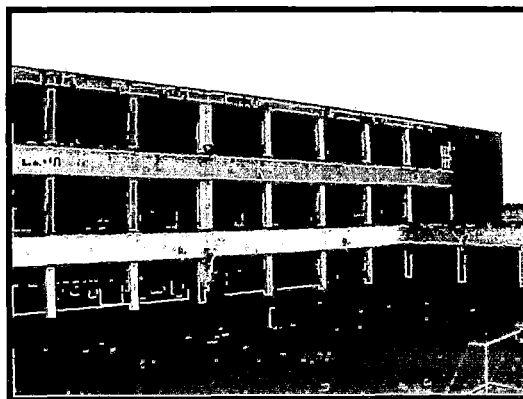
- La altura de parapetos es de 1.15m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.87





Ficha N° 24

## GUE RICARDO BENTIN; (Cuadrante: C2) Av. Ricardo Bentín s/n

- **Pabellón:** Pumacahua (foto N° 3.88)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1951
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 200

- **Observaciones**

#### Aspecto Estructural

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel
- Se ha habilitado informalmente una puerta de acceso en la parte posterior

#### Aspecto No – Estructural

- La altura de parapetos es de 1.15m

#### Aspecto Funcional

##### (Salidas emergencia, servicios, etc.)

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.88



- **Pabellón:** Túpac Amaru II (foto N° 3.89)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1951
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 200

- **Observaciones**

#### Aspecto Estructural

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel
- Se ha habilitado informalmente una puerta de acceso en la parte posterior
- Los muros de la parte posterior están sometidos a humedad activa
- El pabellón tiene un sótano

#### Aspecto No – Estructural

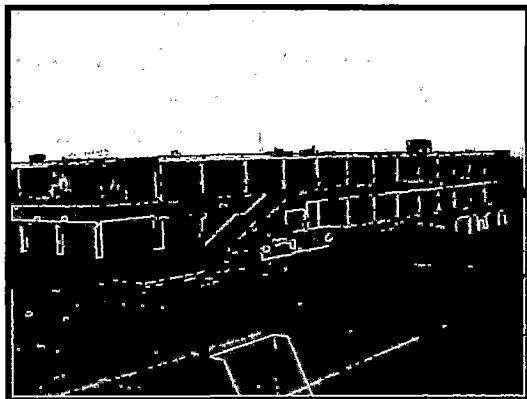
- La altura de parapetos es de 1.15m

#### Aspecto Funcional

##### (salidas emergencia, servicios, etc.)

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.89



Ficha N° 24

**GUE RICARDO BENTIN; (Cuadrante: C2)  
Av. Ricardo Bentín s/n**

- **Pabellón:** Vizcardo y Guzmán (CE N° 2073, en el primer nivel, ver fotos N° 3.90, 3.91 y 3.92)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1951
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 200

Foto N° 3.90



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
    - Regular estado de conservación.
    - La mampostería no está separada de las columnas
    - La distribución de ambientes es el mismo en el primer y segundo nivel

- Existe fisuramiento en el tarrajeo del segundo piso debajo del ladrillo pastelero (ver foto N° 3.92).

**Aspecto No – Estructural**

- La altura de parapetos es de 1.15m
- En la parte lateral entre pabellones existe una gruta de C°A° en malas condiciones

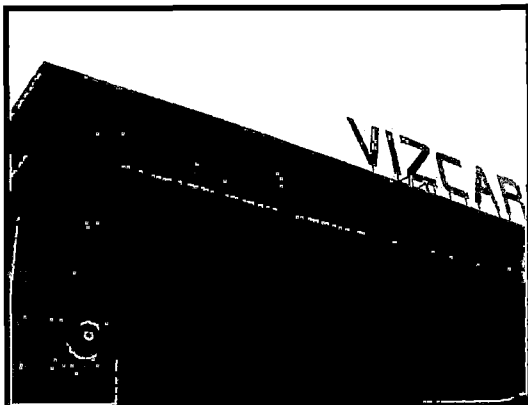
**Aspecto Funcional****(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)
- En el primer nivel funcionan las aulas del centro educativo primario N° 2073
- En el segundo nivel esta destinado para las aulas de secundaria de los primeros años

Foto N° 3.91



Foto N° 3.92



Ficha N° 25

**Colegio Nacional Mujeres del Rímac; (Cuadrante: C3)  
Av. Braulio Sancho s/n**

Foto N° 3.93

- **Pabellón: P – 1 (foto N° 3.93)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1997  
 Sistema Estructural : "T"  
 Personas que ocupan el Edificio : 168

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería está separada del las columnas (no existe problema de columna corta)



- **Aspecto No – Estructural**

- La altura de parapetos es de 1.00m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.50m (típico: 1.50m)
- En el segundo piso el parapeto del pasadizo tiene una altura de 1.00m

- **Pabellón: P-2 (S-780 OCTOGONAL)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 2001  
 Sistema Estructural : "H"  
 Personas que ocupan el Edificio : 522

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y placas de C°A° en la parte central.
- Buen estado de conservación.
- La mampostería está separada de las columnas
- Sistema estructural tipo Torre - 780 ó módulo APENKAY (ver foto N° 3.15)
- Las juntas sísmicas han sido cubiertas con planchas delgadas de hierro

- **Aspecto No – Estructural**

- La altura de parapetos es de 1.20m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios con diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en buenas condiciones
- Ancho de escaleras: 2.00m (típico: 1.50m)

Pág.:1/2

Ficha N° 25

**Colegio Nacional Mujeres del Rímac; (Cuadrante: C3)  
Av. Braulio Sancho s/n**

- **Pabellón:** Típico (P – 3 y P – 4, foto N° 3.94, 3.95 y 3.96)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 1
    - Año Construcción : 1975
    - Sistema Estructural : “J”
    - Personas que ocupan el Edificio : 168
  - **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con canalones, éstos se encuentran en malas condiciones (presentan huecos, fisuras, no tienen buen apoyo en los paneles por estar muy deteriorados)
    - Muros con paneles de FIBRABLOCK armados con perfiles livianos, éstos se encuentran en malas condiciones (ver detalle, foto N° 3.95)
    - Mal estado de conservación.
    - La zona de la parte posterior de los pabellones está sometida a una humedad activa (ver detalle, foto N° 3.96)

**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)

    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica, ventanas con muchos vidrios rotos, pueden caerse
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en malas condiciones
    - Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado de conservación

Foto N° 3.94

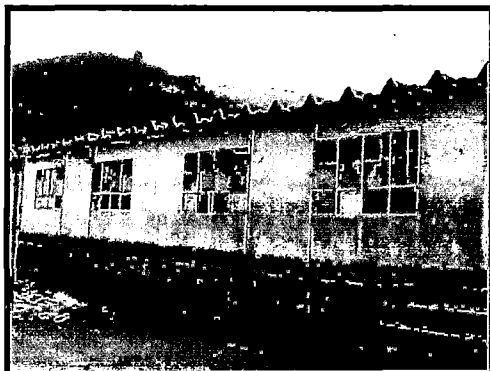


Foto N° 3.95

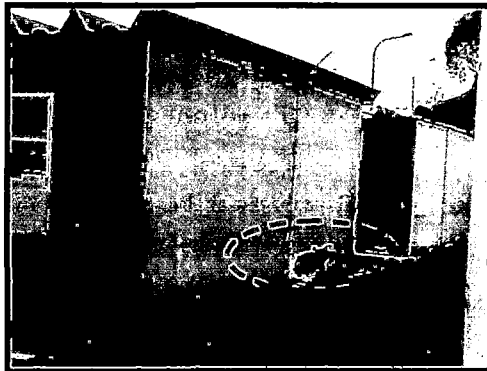


Foto N° 3.96



Ficha N° 26

## Colegio Nacional N° 2083, Virgen del Carmen; (Cuadrante: B2) Psje. Madrid s/n

- **Pabellón: P - 1** (foto N° 3.97: similar P-1 CE Leoncio Prado)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1975
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 812

Foto N° 3.97



- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería está separada de las columnas
- El sistema tiene una junta sísmica de 1"

- **Aspecto No -estructural**

- Existe fisuramiento superficial del tarrajeo en las vigas del primer piso
- Existe fisuramiento del tarrajeo en la azotea que puede provocar desprendimiento del mismo

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

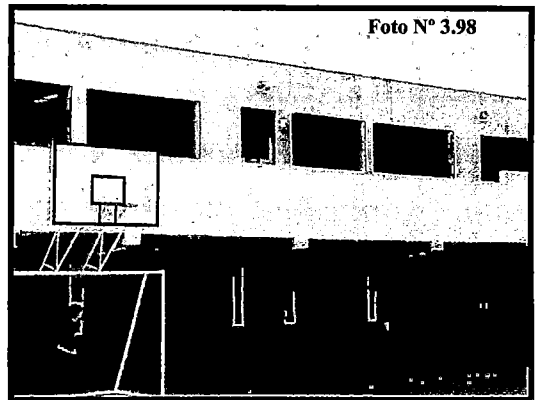
- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 2.00m (típico: 1.50m)

- **Pabellón: P-2** (foto N° 3.98)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1958
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 812

Foto N° 3.98



- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas (no existe problema de columna corta)
- El primer nivel fue construido en el año 1958 y el segundo nivel construido por la APAFA en 1980
- Sistema del techo del segundo piso es flexible con paneles de FIBRABLOCK y esta fisurado, a punto de desprenderse el tarrajeo
- El sistema de techo está soportado por vigas transversales y longitudinales de madera (2"x7")
- Las columnas de C°A° no confinan los muros del 2do piso

- **Aspecto no-estructural**

- Existe fisuramiento superficial en el tarrajeo de las vigas del primer piso
- El pasadizo se encuentra fisurado, tiene un parapeto de 1.00m de alto

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 2.00m (típico: 1.50m)
- Los pisos de los salones se encuentran muy deteriorados

Pág.:1/2

Ficha N° 26

## Colegio Nacional N° 2083, Virgen del Carmen; (Cuadrante: B2) Psje. Madrid s/n

- **Pabellón: P – 3 (foto N° 3.99)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 1
  - Año Construcción : 1958
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 160

Foto N° 3.99



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa maciza y vigas peraltadas prefabricadas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
    - Regular estado de conservación.
    - La mampostería no está separada de las columnas

**Aspecto no-estructural**

- Existe fisuramiento superficial el tarrajeo de las vigas del primer piso

**Aspecto Funcional**

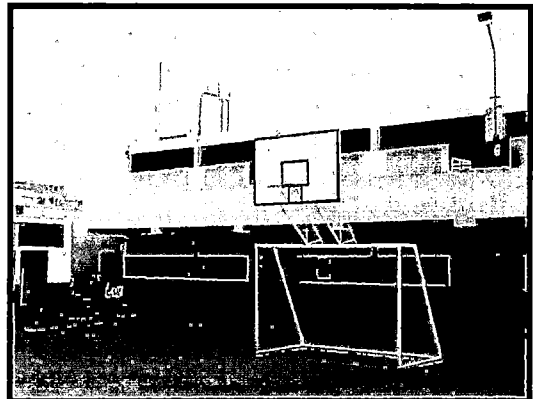
**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado

- **Pabellón: P – 4 (foto N° 3.100)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1975
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 328

Foto N° 3.100



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
    - Regular estado de conservación.
    - Existe problema de columna corta en ambas fachadas y en ambos niveles (mampostería no está separada de las columnas)
    - El sistema estructural tiene una junta sísmica de 2" en medio del pabellón

**Aspecto no-estructural**

- El cerco perimétrico que aísla de la calle es alto y la base se encuentra deteriorada por problemas de humedad

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.80m (típico: 1.50m)
- Los pisos de los salones se encuentran muy deteriorados

Ficha N° 27

**CE PATRICIA DOLORES PORTOCARRERO N° 3013; (Cuadrante: C1)  
Av. Héctor García Ribeyro N° 328**

- **Pabellón: P – 1** (fotos N° 3.101 y 3.102)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1962  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 284

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- Existen problemas de humedad por filtraciones de agua que provienen de los SS.HH, que afectan los muros del colegio y las casas vecinas

**Aspecto no-estructural**

- La altura de parapetos de los pasadizos es de 1.15m

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)
- Existe un solo acceso a los interiores del colegio

Foto N° 3.101

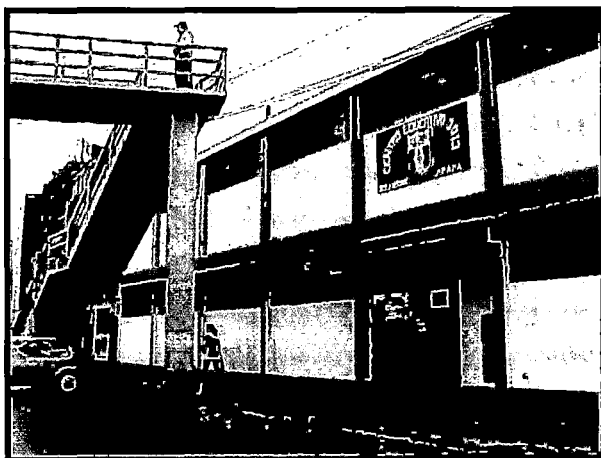
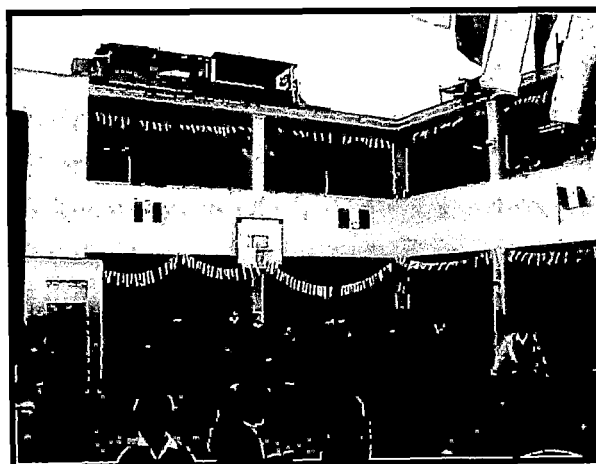


Foto N° 3.102



Pág.: 1/1

Ficha N° 28

**Colegio Nacional N° 3011, Virgen de Lourdes; (Cuadrante: B1)  
Jr. Chiclayo s/n**

- **Pabellón: P – 1 (foto N° 3.103)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1942  
 Sistema Estructural : "F"  
 Personas que ocupan el Edificio : 830

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- El sistema de techo del primer nivel es una losa aligerada con vigas chatas; del segundo nivel es un sistema liviano con vigas de madera y material prefabricado (paneles de FIBRABLOCK)
- Muros en los extremos de las aulas rellenos con mampostería, pórticos de C°A° en las dos direcciones
- Regular estado de conservación.
- La edificación tiene una antigüedad de 60 años

**Aspecto no-estructural**

- La altura de parapetos del pasadizo es de 1.15m

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Limitada zona de evacuación, el patio de recreo esta al fondo del colegio junto al reservorio de agua
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Existe un sólo acceso a los interiores del colegio
- Este patio colinda con viviendas de adobe de dos niveles muy antiguas y muy deterioradas
- Escaleras angostas: 1.40m (típico: 1.50m)
- Considerable cantidad de alumnos en aulas tan reducidas (45 alumnos por aula)
- El colegio presenta mucho mobiliario dentro y fuera de las aulas que obstaculizan la evacuación

Foto N° 3.103



Pág.:1/1



Ficha N° 29

**Colegio Nacional N° 3001, EE.UU. MEXICANOS; (Cuadrante: B1)  
Jr. CHICLAYO s/n**

- **Pabellón: P – 1 (Foto N° 3.104-a)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1996
Sistema Estructural	: "I"
Personas que ocupan el Edificio	: 105

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- No existe problema de columna corta
- Regular estado de conservación.
- No existe junta sísmica entre el módulo del octógono y longitudinal
- Presenta irregularidad en planta.
- Problemas de flexibilidad y torsión.
- La mampostería está separada de las columnas
- El sistema estructural del colegio es conocido como el APENKAY
- Existe fisuración en la losa del 2do piso (ver foto N° 3.104-b) a nivel de pastelero

**Aspecto no-estructural**

- La altura de parapetos del pasadizo es de 1.20m
- Los muros de cero de la parte frontal son de adobe y en interior son de albañilería confinada

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 2.00 (típico: 1.50m)
- El patio de recreo está al fondo del colegio
- El patio colinda con viviendas de adobe de dos niveles muy antiguas y muy deterioradas
- Falta de SS.HH en los pabellones
- Ambientes para cómputo y biblioteca se ven reducidos ante mucho mobiliario

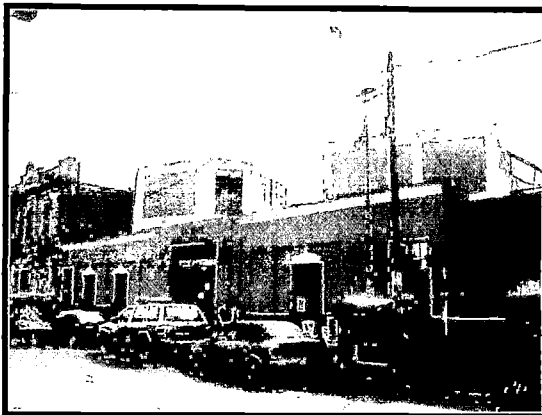


Foto N° 3.104-a

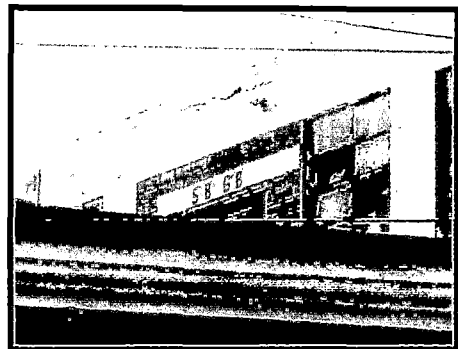


Foto N° 3.104-b

Pág.:1/1

Ficha N° 30

**CEI INGENIERITOS N° 392-1 (UNI); (Cuadrante: C3)  
Av. Túpac Amaru S/N**

• **Pabellón: Típico:** (2 Pabellones, foto N° 3.105 y 3.106)

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
Año Construcción : 1989  
Sistema Estructural : "F"  
Personas que ocupan el Edificio : 191

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- E Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo: losa maciza para las aulas y aligerado para la dirección, cocina y aula de informática.
- Sistema estructural con pórticos de C°A° rellenos con mampostería.
- Regular estado de conservación.
- Patio de recreo, cubierto por un sistema de perfiles livianos
- Antigüedad de la cobertura del patio de recreo 8 años

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación (patio bajo techo), aulas tienen acceso directo al patio de recreo
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- El patio se ve afectado en las lluvias a causa de la mala unión de los cobertores de techo
- Falta de iluminación en las aulas



Foto N° 3.105

Foto N° 3.106



Ficha N° 31

**CEI – 049; (Cuadrante: B2)  
Psje. Madrid s/n**

- **Pabellón: General (fotos N° 3.107)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1958  
 Sistema Estructural : "F - B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 528

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada, vigas peraltadas y chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Problema de columna corta en el segundo nivel.
- Regular estado de conservación.
- La mampostería no está separada de las columnas
- La estructura en un principio fue destinada para oficinas
- La estructura está deteriorada, presenta fisuración de vigas losa y muros en el primer nivel
- Hay gran cambio de rigideces entre el primer nivel y los subsiguientes (problema de piso blando, ver foto N° 3.107)
- La edificación de tres pisos esta unida a otra de dos niveles de albañilería confinada en construcción, ésta construcción la está realizando la APAFA
- El segundo piso de la estructura de albañilería confinada va a ser destinado para un auditorio

**Aspecto no-estructural**

- Parapeto sobre la estructura que conecta el edificio con la estructura de albañilería confinada está en malas condiciones, presenta fisuras y no esta confinado (longitud de 4.5m), hay peligro de que se pueda voltear.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- El CEI ocupa el primer nivel de una edificación de tres niveles
- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Pasadizos angostos para el acceso a las aulas (ver fotos N° 3.107 y 3.108)
- A la salida de las aulas se encuentran columnas que interrumpen el paso

Foto N° 3.107

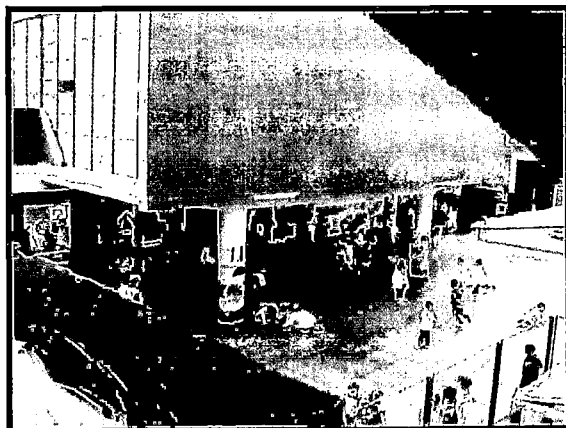
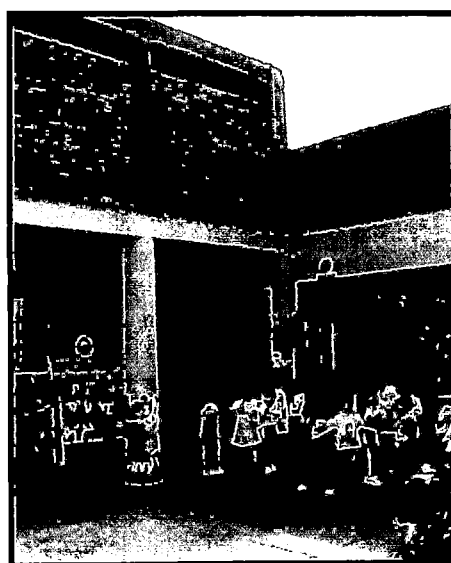


Foto N° 3.108



Pág.:1/1

Ficha N° 32

**CEI – 340; (Cuadrante: B2)**  
**Ref. Espalda de la G.U.E Maria parado de Bellido**

• **Pabellón: General (foto N° 3.109)**

○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 1
Año Construcción	: 1975
Sistema Estructural	: "B"
Personas que ocupan el Edificio	: 49

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes confiados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Mala zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Falta de iluminación en las aulas
- Pasadizos angostos para el acceso a las aulas (0.90m)

Foto N° 3.109



Ficha N° 33

**EPM 2074; (Cuadrante: B2)  
Ref. Dentro GUE MPDB**

- **Pabellón:** General (ver foto N° 3.16)
  - **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1998
Sistema Estructural	: "H"
Personas que ocupan el Edificio	: 504
  - **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

    - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
    - Muros portantes en los extremos de aulas y placas de C°A° en la parte central.
    - Buen estado de conservación.
    - La mampostería está separada de las columnas
    - Sistema estructural conocido como 780
    - Las juntas sísmicas han sido cubiertas con planchas delgadas de fierro
    - Edificación construida con la actual norma sismo resistente

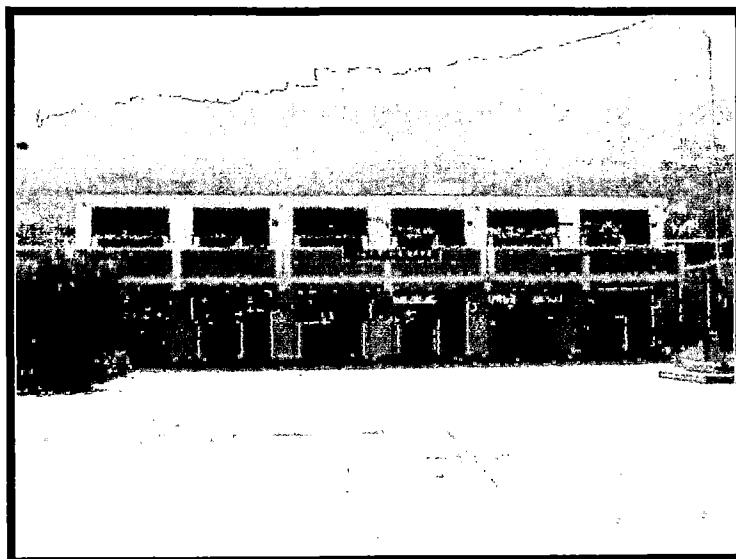
**Aspecto no-estructural**

    - La altura de parapetos del pasadizo es de 1.20m
    - Los muros de cero son de albañilería confinada

**Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)

    - Vidrios con diseño de colocación antisísmica
    - Buena zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en buenas condiciones
    - Ancho de escaleras: 2.00 (típico: 1.50m)

Foto N° 3.16: fotografía expuesta en tipologías estructurales



Ficha N° 34

**CEI 391-2**  
**Pasaje Limite s/n (Flor de Amancaes)**

- **Pabellón:** Típico (2 Pabellones, ver fotos N° 3.5 y 3.6; 3.110)
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 1
    - Año Construcción : 1982
    - Sistema Estructural : "C"
    - Personas que ocupan el Edificio: 377
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
      - Sistema estructural de techo flexible, la cobertura de las aulas es con canalones muy deteriorados a causa de las lluvias e impactos
      - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°, éstos están sometidos a una humedad activa que proviene de las filtraciones de agua de los SS.HH y de la calle
      - Regular estado de conservación.
      - La construcción se llevó a cabo por la APAFA con asesoramiento técnico
      - Debajo del tanque elevado de agua, aprovechando las columnas de C°A°, se ha habilitado una oficina
      - Deterioro de columnas que soportan la fachada posterior de la estructura
      - Hay fisuración en el muro de contención de la parte lateral izquierda (la zona fue relleno sanitario)
    - Aspecto Funcional**  
**(Salidas emergencia, servicios, etc)**
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Regular zona de evacuación
      - Sistema eléctrico en malas condiciones, mal estado de los interruptores de luz a causa de las lluvias, el cableado de luz eléctrica está desprotegido y pasa por encima de los canalones

Foto N° 3.110



Ficha N° 35

**CEI 392 - 2 (Cuna Madrid); (Cuadrante: B2)  
Psje. Madrid s/n**

- **Pabellón:** General (fotos N° 3.111 y 3.112)

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 1  
 Año Construcción : 1982  
 Sistema Estructural : "B"  
 Personas que ocupan el Edificio : 126

- **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Regular estado de conservación.
- Existe fisuración en losa y muros de la cocina

**Aspecto no-estructural**

- La división entre la Posta Médica y la Cuna Nido es con planchas prefabricadas de triplay
- Los ambientes de este centro están separados por tableros de madera de 1.80m alto

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- La Cuna funciona en ambientes donados por la Posta Médica
- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Mala zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Falta de iluminación en las aulas
- Los ambientes no son los adecuados por ser muy reducidos.
- Existe un sólo acceso, es limitado (muy angosto, menos de 2.00m de ancho)
- El centro no tiene zona de evacuación en caso de emergencia

Foto N° 3.11

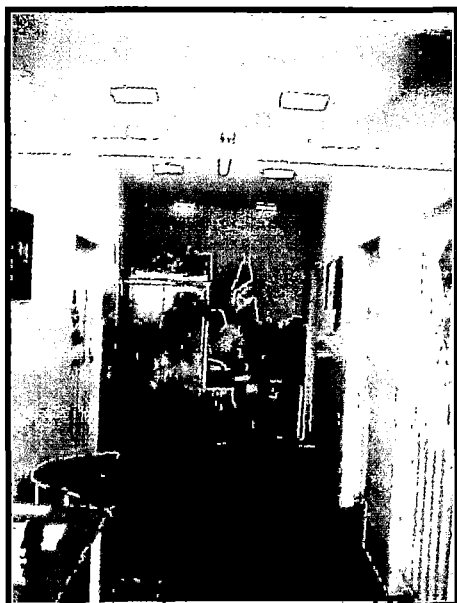
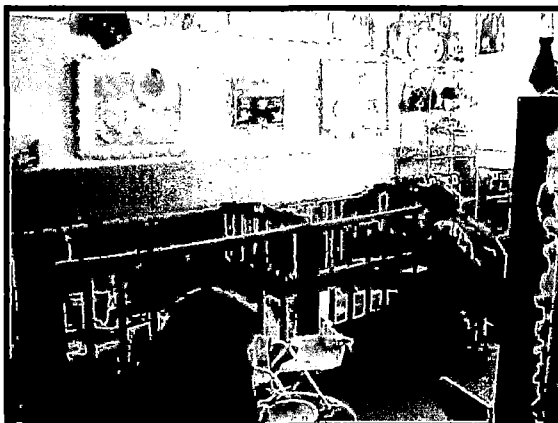


Foto N° 3.112



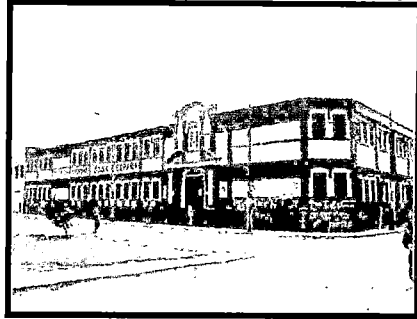
Ficha N° 36

**Colegio Nacional N° 3004 (ESPAÑA); (Cuadrante: B1)**  
**Alameda de los Descalzos s/n**  
 (Total de ocupantes: 1195 personas)

Foto N° 3.113

**Paellón: P – 1 (foto N° 3.113)**○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1963
Sistema Estructural	: "G"
Personas que ocupan el Edificio	: 300

○ **Observaciones****Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Vanos rigidizados con mampostería.
- Problema de columna corta en los dos niveles.
- Regular estado de conservación.
- La antigüedad de la edificación es de 39 años aprox.
- Los cimientos corridos están a una profundidad de 0.30m aprox. Según información de las personas que estuvieron presentes en la construcción del CE
- En el año 1994 consideraron 5 años más de uso
- Existe gran fisuración en los muros del segundo nivel.

**Aspecto No-estructural**

- Los parapetos del pasadizo del nivel presenta gran fisuración
- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1m

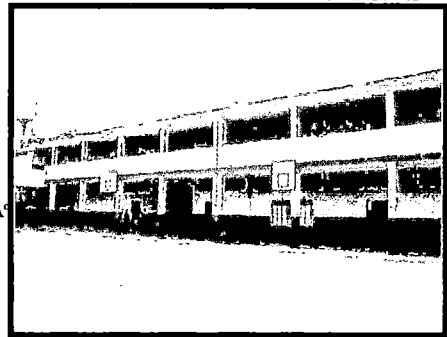
**Aspecto Funcional****(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.70 m (típico: 1.50 m).
- Ventanas con muchos vidrios rotos, hay peligro de que puedan caerse.

● **Paellón: P – 2 (foto N° 3.114)**○ **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1963
Sistema Estructural	: "G"
Personas que ocupan el Edificio	: 300

Foto N° 3.113

○ **Observaciones****Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Vanos rigidizados con mampostería.
- Problema de columna corta en los dos niveles.
- Regular estado de conservación.
- La antigüedad de la edificación es de 39 años aprox.
- Los cimientos corridos están a una profundidad de 0.30m aprox. Según información de las personas que estuvieron presentes en la construcción del CE
- En el año 1994 consideraron 5 años más de uso
- Existe gran fisuración en los muros del segundo nivel.

**Aspecto no-estructural**

- Los parapetos del pasadizo del nivel presenta gran fisuración
- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1m

**Aspecto Funcional****(Salidas emergencia, servicios, etc.)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.70 m (típico: 1.50 m).
- Ventanas con muchos vidrios rotos, hay peligro de que puedan caerse.

Pág.:1/3



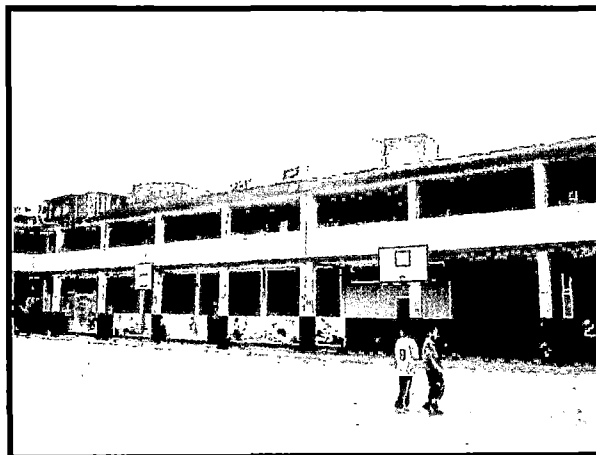
Ficha N° 36

**Colegio Nacional N° 3004 (ESPAÑA); (Cuadrante: B1)  
Alameda de los Descalzos s/n**

**Pabellón: P – 3 (foto N° 3.115)**

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1963
  - Sistema Estructural : "G"
  - Personas que ocupan el Edificio : 300
  
- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
    - Vanos rigidizados con mampostería.
    - Problema de columna corta en todos los niveles.
    - Regular estado de conservación.
    - La antigüedad de la edificación es de 39 años aprox.
    - Los cimientos corridos están a una profundidad de 0.30m aprox.
    - En el año 1994 consideraron 5 años más de uso
    - Presenta problemas de humedad en el techo del primer piso, a causa de filtraciones de agua que provienen de los SS.HH. que se encuentran en el segundo nivel.
    - Existe gran fisuración en los muros del segundo nivel.
  - Aspecto no-estructural**
    - Los parapetos del pasadizo del nivel presenta gran fisuración
    - La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1m
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc.)
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
    - Ancho de escaleras: 1.70 m (típico: 1.50 m).
    - Ventanas con vidrios rotos, hay peligro de que puedan caer.

Foto N° 3.115



Ficha N° 36

## Colegio Nacional N° 3004 (ESPAÑA); (Cuadrante: B1) Alameda de los Descalzos s/n

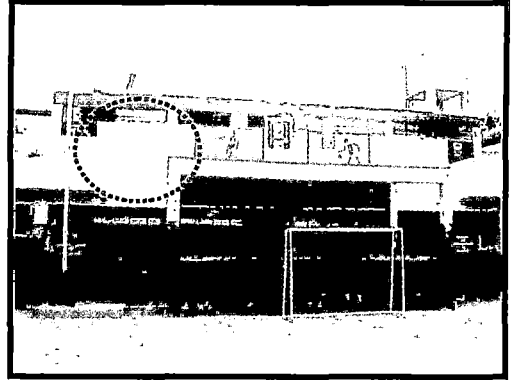
- **Pabellón: P – 4** (foto N° 3.116-a)

### Descripción de la Estructura

○

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1963
Sistema Estructural	: "G"
Personas que ocupan el Edificio	: 250

Foto N° 3.116-a



- **Observaciones**

### Aspecto Estructural

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Vanos rigidizados con mampostería.
- Problema de columna corta en el segundo nivel..
- Regular estado de conservación.
- La antigüedad de la edificación es de 39 años aprox.
- Los cimientos corridos están a una profundidad de 0.30 m aprox.
- En el año 1994 consideraron 5 años más de uso
- Existe gran fisuración en la unión alféizar losa del segundo nivel, éste alféizar no está confinado, hay peligro de volteo (ver foto N° 316 – b).
- Los cimientos corridos están a una profundidad de 0.30m aprox. Según información de las personas que estuvieron presentes en la construcción del CE

### Aspecto no-estructural

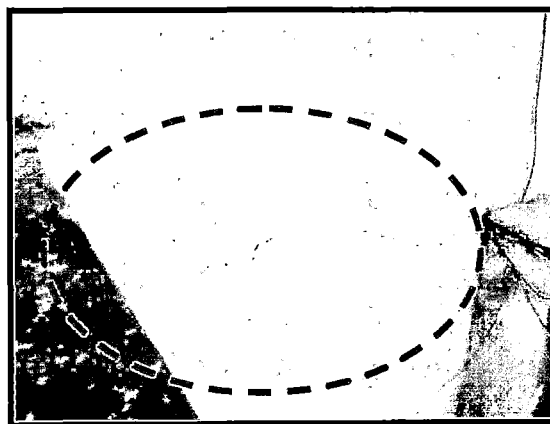
- Los parapetos del pasadizo del nivel presenta gran fisuración
- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1m

### Aspecto Funcional

#### (Salidas emergencia, servicios, etc)

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.70 m (típico: 1.50 m).
- Ventanas con muchos vidrios rotos, hay peligro de que puedan caerse.

Foto N° 3.116-b



Ficha N° 37

## Colegio Nacional Lucie Rynning De Antúnez De Mayolo (Cuadrante: B2) Alameda de los Descalzos s/n

- **Pabellón: P - 1** (ver fotos N° 3.117 y 3.118)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1946
  - Sistema Estructural : "E"
  - Personas que ocupan el Edificio : 600



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - El sistema de entrepiso es un diafragma flexible (techo de madera)
    - Muros portantes de adobe, que se encuentran en malas condiciones por falta de mantenimiento. El segundo nivel al igual que el primer nivel son muros de adobe de 60 cm de espesor
    - Mal estado de conservación.
    - En éste pabellón se encuentra el auditorio, se encuentra en deplorables condiciones
    - Existe considerable fisuración en los muros de adobe y en el techo del auditorio, por falta de mantenimiento y antigüedad.
    - Los muros de adobe de la fachada están muy afectados por problemas de humedad que provienen de los SS.HH de la Iglesia.

**Aspecto no-estructural**

- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 0.90m
- Los pasadizos del segundo nivel son de madera y están muy deteriorados

**Aspecto Funcional**

(Salidas emergencia, servicios, etc)

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Mala zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones
- Los pisos de madera de las aulas se encuentran en mal estado
- Escaleras angostas: 1.10m (típico: 1.50m)
- Existe demasiado personal para el área administrativa, es un espacio muy reducido

Foto N° 3.118



- **Pabellón: P - 2** (foto N° 3.119)

- **Descripción de la Estructura**
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1996
  - Sistema Estructural : "I"
  - Personas que ocupan el Edificio : 400

**Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en parte central.
- Regular estado de conservación.
- Existe problema de columna corta en la fachada posterior de Los dos niveles, la albañilería no está separada de la columna.

**Aspecto no-estructural**

- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1.20m

**Aspecto Funcional**

(Salidas emergencia, servicios, etc)

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Ancho de escaleras: 1.60 m (típico: 1.50 m).
- Ventanas con muchos vidrios rotos, hay peligro de que puedan caerse.

Foto N° 3.119



Pág.:1/2

Ficha N° 37

## Colegio Nacional Lucie Rynning de Antúnez de Mayolo; (Cuadrante: B2) Alameda de los Descalzos s/n

- **Pabellón: P – 3**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 2  
 Año Construcción : 1988  
 Sistema Estructural : "T"  
 Personas que ocupan el Edificio : 500

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en parte central.
- Regular estado de conservación.
- Existe problemas de humedad en los muros y techos del primer nivel, a causa de filtraciones de agua que provienen de los SS.HH
- Esta edificación es más antigua que P-2 y P-4, data del año 1988.

- **Aspecto no-estructural**

- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1.00m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Ancho de escaleras: 1.60 m (típico: 1.50 m).

- **Pabellón: P – 4 (foto N° 3.120)**

- **Descripción de la Estructura**

N° de Niveles : 3  
 Año Construcción : 1996  
 Sistema Estructural : "T"  
 Personas que ocupan el Edificio : 600

- **Observaciones**

- **Aspecto Estructural**

- Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas.
- Muros portantes en los extremos de aulas y pórticos de C°A° en la parte central.
- Existe una junta sísmica en el medio de la edificación (ver foto N° 3.120)
- Buen estado de conservación.
- Existen fisuras en las vigas de los ambientes del tercer nivel, junto a las escaleras
- Las vigas de la estructura de techo son vigas chatas
- Existe problemas de humedad en los muros y techos en el primer nivel, por filtraciones de agua de edificaciones vecinas
- La altura de techo es de 3.0m
- Hay fisuramiento en el descanso de escalera, se puede desprender el recubrimiento

- **Aspecto no-estructural**

- La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1.00m

- **Aspecto Funcional**

- **(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica, gran cantidad de vidrios rotos en las ventanas
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en malas condiciones, deterioro de interruptores de luz
- Ancho de escaleras: 1.60 m (típico: 1.50 m).

Foto N° 3.120



Pág.:2/2

**Grupo II: CENTROS EDUCATIVOS DE  
GESTION PARTICULAR  
(Listado no exhaustivo, sólo a título ilustrativo)**

Ficha N° 39

### C.E.G.N.E LOS SIERVOS DE JESUS Calle Ayarza (Urb. El Bosque)

- **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.121)
  - N° de Niveles : 4
  - Año Construcción : 1963 y 2002
  - Sistema Estructural : "B"
  - Personas que ocupan el Edificio :
- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
    - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
    - Buen estado de conservación.
    - Edificio de 04 pisos, el último nivel se encuentra en construcción
    - En la estructuración del tercer y cuarto nivel se han utilizado perfiles de acero
  - Aspecto no-estructural**
    - La altura de los parapetos del pasadizo es son de 1.10m
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación, la ruta de evacuación es limitada para los niveles superiores
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Escaleras angostas: 1.20m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.121

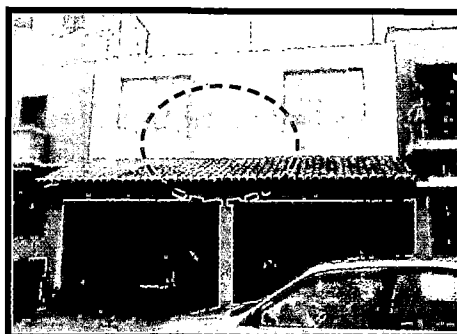


Ficha N° 40

### C.E.I.N.E PULGARCITO Calle Parque Infantil N° 390

- **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.122)
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1959 y 1972
  - Sistema Estructural : "A"
  - Personas que ocupan el Edificio : 63
- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada
    - Muros portantes de albañilería sin confinar
    - Regular estado de conservación.
    - La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
    - El primer piso tiene una antigüedad de 43 años
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
    - El colegio funciona en el primer piso de una vivienda
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Mala zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Escaleras angostas: 090m (típico: 1.50m)
    - El parapeto del segundo nivel está fisurado, éste representa un peligro ya que puede voltearse (ver foto N° 3.122)

Foto N° 3.122



Pág.:1/1

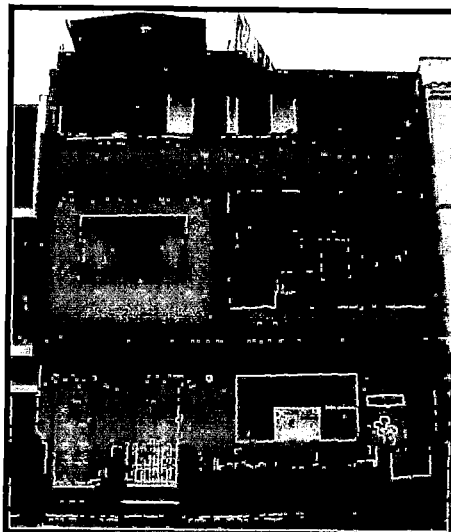
Ficha N° 41

### C.E.I PABLO PEREGRINO Las Calezas N° 315 - 315 A

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.123)

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1967
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el Edificio	: 36

Foto N° 3.123



○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada
- Muros portantes de albañilería sin confinar
- Regular estado de conservación.
- La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
- La edificación tiene más de 30 años de antigüedad
- Se presenta fisuras en el muro de fachada frontal del segundo nivel
- La cobertura del techo del patio posterior es con fibra-forte, sostenido por vigas y columnas de hierro

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- El CEI funciona en el primer nivel de una edificación de tres niveles destinada para viviendas
- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación, en caso de emergencia el mobiliario de las aulas puede obstaculizar la evacuación hacia la calle
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escaleras angostas: 0.90m (típico: 1.50m)
- El colegio tiene dos puertas para entrada y salida

Ficha N° 42

### C.E.P AURELIO MIRO QUESADA Aurelio Miró Quesada N° 385

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.124)

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1996
Sistema Estructural	: "F"
Personas que ocupan el Edificio	: 36

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos y zapatas de C°A°.
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas.
- Regular estado de conservación.
- Sistema estructural de pórticos de C°A° en las dos direcciones

Foto N° 3.124

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Buena zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Gran patio en la parte posterior del colegio
- Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)



Pág.:1/1

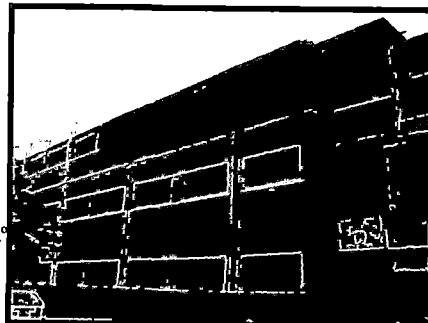
Ficha N° 43

**C.E.P JUAN JACOBO ROUSSEAU**  
Calle la Pradera s/n – Urb.

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.125)

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 2002
Sistema Estructural	: "B"
Personas que ocupan el Edificio	: 120

Foto N° 3.125



○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas chatas
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
- Buen estado de conservación.
- Regular estado de conservación.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escaleras angostas: 1.20m (típico: 1.50m)

Ficha N° 44

**C.E.P NIÑITO REY**  
Av. Tarapacá (frente G.U.E Ricardo Bentín)

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.126)

N° de Niveles	: 2
Año Construcción	: 1967
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el Edificio	: 30

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada
- Muros portantes de albañilería sin confinar
- Regular estado de conservación.
- La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
- La edificación tiene más de 35 años de antigüedad

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escaleras angostas: 0.90m (típico: 1.50m)
- El patio de recreo del colegio es reducido, se encuentra en la entrada.

Foto N° 3.126



Pág.:1/1



Ficha N° 45

### C.E.P NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDES Calle José Ezeta s/n

- **Descripción de la Estructura** (ver foto N° 3.7)
 

N° de Niveles	: 4
Año Construcción	: 1989
Sistema Estructural	: "B"
  
- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
    - Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°
    - Regular estado de conservación.
    - Estructuración de la azotea con vigas de madera
    - En el último nivel existe una losa deportiva, hay que tener en cuenta si la sobrecarga de diseño para la losa de éste nivel está según norma
  
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Existe una sola ruta de evacuación para toda la edificación
    - Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)

Ficha N° 46

### C.E.P NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO Raúl Porras Barrenechea N° 211

- **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.127)
 

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1960
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el Edificio	: 14
  
- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada
    - Muros portantes de albañilería sin confinar
    - Regular estado de conservación.
    - La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
  
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Existe una sola ruta de evacuación para toda la edificación
    - Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)
    - El patio de recreo es reducido y se encuentra en la parte posterior de la edificación

Foto N° 3.127



Pág.:1/1

Ficha N° 47

### C.E.P SAN ANTONIO Calle 14 Urb. El Manzano

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.128)

N° de Niveles	: 3
Año Construcción	: 1980
Sistema Estructural	: "B"
Personas que ocupan el Edificio	: 80

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

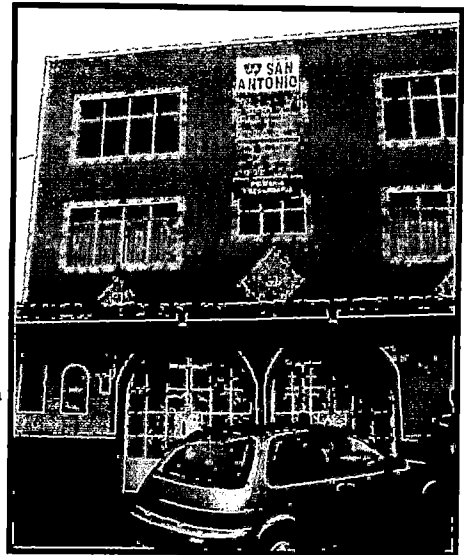
- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada y vigas peraltadas
- Muros portantes confinados con vigas y columnas de C°A°.
- Regular estado de conservación.
- Estructuración de la azotea con vigas de madera
- En el último nivel existe una losa deportiva, hay que tener en cuenta si la sobrecarga de diseño para la losa de éste nivel está según norma.
- La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Regular zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Los pisos de las aulas se encuentran en mal estado
- Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)

Foto N° 3.128



Ficha N° 48

### C.E.P SAN JUAN DE DIOS Calle 14 Urb. La Florida

○ **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.129)

N° de Niveles	: 4
Año Construcción	: 1960
Sistema Estructural	: "A"
Personas que ocupan el Edificio	: 268

○ **Observaciones**

**Aspecto Estructural**

- El Sistema de cimentación con cimientos corridos
- Sistema estructural de techo con losa aligerada
- Muros portantes de albañilería sin confinar
- Regular estado de conservación.
- La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
- Separación insuficiente con la estructura de la vivienda vecina con estructuración tipo albañilería sin confinar

**Aspecto Funcional**

**(Salidas emergencia, servicios, etc)**

- Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
- Mala zona de evacuación
- Sistema eléctrico en regulares condiciones
- Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m), pasadizos angostos 0.90 m
- Los salones de primaria están en el 1er piso
- Los salones para secundaria están en el 1er, 2do y 3er piso
- Los patios de recreo se encuentran en el 3er y 4to piso

Foto N° 3.129



Pág.:1/1

Ficha N° 49

**C.E.P VIRGEN DEL CARMEN**

Parque la Florida Urb. La Florida

- **Descripción de la Estructura** (foto N° 3.130)
  - N° de Niveles : 2
  - Año Construcción : 1970
  - Sistema Estructural : "A"
  - Personas que ocupan el Edificio : 60

Foto N° 3.130



- **Observaciones**
  - Aspecto Estructural**
    - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
    - Sistema estructural de techo con losa aligerada
    - Muros portantes de albañilería sin confinar
    - Regular estado de conservación.
    - La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
    - Separación insuficiente con la estructura de la vivienda vecina con estructuración tipo albañilería sin confinar
    - El patio de recreo se encuentra en el segundo nivel
    - El aula de inicial se encuentra debajo del patio de recreo, en el techo de ésta esta fisurado debido a la sobrecarga actuante
  - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
    - Se Habilita como C.E en el año 1995
    - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
    - Regular zona de evacuación
    - Sistema eléctrico en regulares condiciones
    - Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m)
    - En caso de emergencia la ruta de evacuación es limitada

Ficha N° 50

**C.E.I.P EL MUNDO MAGICO DE CARRUSEL**

Parque de los Niños N° 150

Foto N° 3.131

- **Pabellón:**
  - **Descripción de la Estructura**
    - N° de Niveles : 3
    - Año Construcción : 1970
    - Sistema Estructural : "A"
    - Personas que ocupan el Edificio : 60
  - **Observaciones**
    - Aspecto Estructural**
      - El Sistema de cimentación con cimientos corridos
      - Sistema estructural de techo con losa aligerada
      - Muros portantes de albañilería sin confinar
      - Regular estado de conservación.
      - La edificación ha sido diseñada originalmente para una vivienda, no cumpliendo así con las normas de diseño para edificaciones esenciales.
      - La cobertura del techo del patio posterior es con fibra-forte, sostenido por vigas y columnas de fierro
    - Aspecto Funcional**  
(Salidas emergencia, servicios, etc)
      - El CEI funciona en el primer nivel de una edificación de tres niveles Destinada para viviendas
      - Vidrios sin diseño de colocación antisísmica
      - Mala zona de evacuación, en caso de emergencia el mobiliario de las aulas puede obstaculizar la evacuación hacia la calle.
      - Sistema eléctrico en regulares condiciones. El cableado de las instalaciones eléctricas en el patio están afectados por la humedad que cae de la cobertura de fibraforte transparente (ver foto N° 3.132).
      - Escaleras angostas: 1.00m (típico: 1.50m), pasadizos angostos 0.90 m (ver foto N° 3.131)

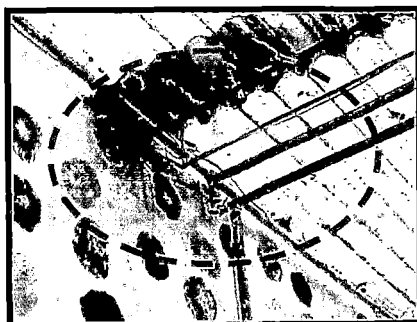
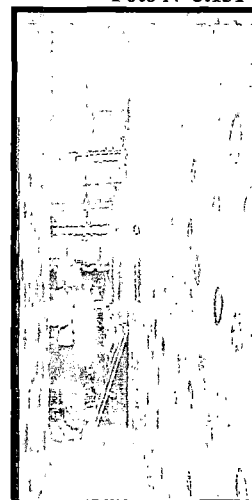


Foto N° 3.132

Pág.:1/1

### 3.3.3 Clasificación de los centros educativos inspeccionados

Para realizar esta clasificación se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La calidad de la construcción, es decir si fue hecha por personal técnico calificado.
- Cuando ha sido remodelada, se ha tomado en consideración el comportamiento de la estructura modificada.
- Si cuando hubo necesidad de habilitar ambientes se construyó en faenas de la APAFA con ó sin el asesoramiento técnico necesario.
- Si la edificación fue construida bajo una norma sismorresistente de la época en que fue diseñada.
- También si la edificación funciona actualmente para el uso que ha sido diseñada desde un principio o se han realizado modificaciones.

Dentro de este contexto se clasificará las edificaciones en ingenieriles y no ingenieriles y fundamentalmente de acuerdo a los datos obtenidos en la inspección realizada.

#### 3.3.3.1 Construcciones Ingenieriles

Se definen como construcciones “Ingenieriles” a las edificaciones de los centros educativos que se han construido siguiendo un adecuado diseño arquitectónico y estructural, es decir se ha hecho bajo la responsabilidad de un profesional calificado, de modo que podría decirse que cumple las normas de ingeniería vigentes en la fecha de su construcción.

#### 3.3.3.2 Construcciones No-Ingenieriles

Se definen como construcciones “No-Ingenieriles” a las edificaciones de los centros educativos que se han construido o modificado sin tener las consideraciones técnicas necesarias y que además han sido habilitadas por necesidad, es decir con la única finalidad de albergar más alumnos, escapando así a las consideraciones iniciales de diseño. Comprende también las edificaciones que han sido construidas sin asesoramiento técnico y que además se han habilitado informalmente para funcionar como colegios.

Dentro de este contexto se presentan las tablas N° 3.16-a y 3.16-b, donde se muestra la clasificación antes mencionada para cada uno de los centros educativos de gestión estatal.

Tabla N° 3.16-a: Clasificación de los CE en Ingenieriles y No-Ingenieriles

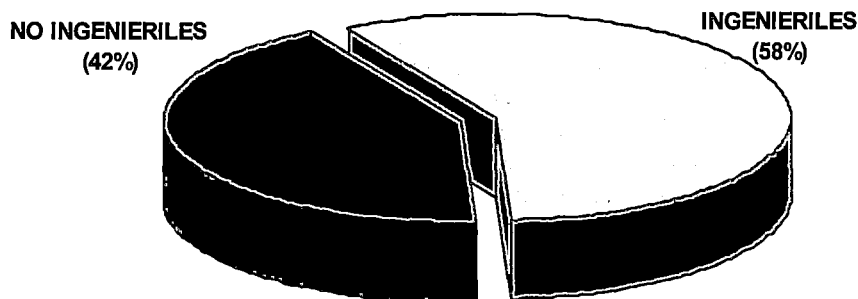
Ficha N°	Nombre	Pabellón	Clasificación
01	CE PAZ SOLDAN	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
02	CE 2002	P1	INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
		P4	INGENIERIL
		P5	NO INGENIERIL
03	CE 3002 - A	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
04	CE 3003	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
05	CE 3006	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
06	CE 3007	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
07	CE 3009	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
08	CE 3017	P1	INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
09	CE 3075	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
10	CE 3012	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
11	CE Esther Cáceres	P1	NO INGENIERIL
		P1-I	INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P2-I	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
		P4	NO INGENIERIL
12	CE 3014	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
13	CE 3015	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
14	CEE Ricardo Bentín	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
15	CEI 320	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
		P4	INGENIERIL
16	CEI 325	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
17	CE 391 - 1	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
18	CE 3019 -2	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
19	CE 2099	CEI 2099	NO INGENIERIL
		ADMINIST.	INGENIERIL
		ADMINIST.	INGENIERIL
		MOD. 3 NIV.	INGENIERIL
20	CE 3021	P1	NO INGENIERIL

Tabla N° 3.16-b: Clasificación de los CE en Ingenieriles y No-Ingenieriles

Ficha N°	Nombre	Pabellón	Clasificación
21	CE 3005	P1	NO INGENIERIL
22	CEI 072	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
23	GUE M.P.D. Bellido	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
		P4	INGENIERIL
		P5	INGENIERIL
		P6	INGENIERIL
		P7	INGENIERIL
		P8	INGENIERIL
24	GUE Ricardo Bentín	CEI 394 - 2	NO INGENIERIL
		Cahuide	INGENIERIL
		Manco II	INGENIERIL
		M.P.D. Bellido	INGENIERIL
		Pabellón Central	INGENIERIL
		Pumacahua	NO INGENIERIL
		Túpac Amaru II	INGENIERIL
CE 2073	INGENIERIL		
25	CE Mujeres del Rímac	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
		P4	NO INGENIERIL
26	CE 2083	P1	INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
		P4	INGENIERIL
27	CE 3013	P1	NO INGENIERIL
28	CE 3011	P1	NO INGENIERIL
29	CE 3001	P1	NO INGENIERIL
30	CE 392 - 1	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
31	CEI 049	P1	NO INGENIERIL
32	CEI 340	P1	NO INGENIERIL
33	CE 2074	P1	INGENIERIL
34	CE 391 - 2	P1	INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
35	CE 392-2	P1	NO INGENIERIL
36	CE 3004	P1	NO INGENIERIL
		P2	NO INGENIERIL
		P3	NO INGENIERIL
		P4	NO INGENIERIL
37	CE Lucie Rynning	P1	NO INGENIERIL
		P2	INGENIERIL
		P3	INGENIERIL
		P4	INGENIERIL

Del trabajo realizado en campo, con las definiciones anteriores y las tablas N° 3.16-a y 3.16-b, se elabora el gráfico N° 3.11, donde se muestra en porcentaje la influencia de la clasificación “Ingenieril” y “No-Ingenieril” para el total de las edificaciones que conforman los centros educativos evaluados.

Gráfico N° 3.11: Clasificación en (%) de las estructuras de los centros educativos en "Ingenieriles" y "No-Ingenieriles" (1)



(1): Términos definidos en 3.3.3.1 y 3.3.3.2

### 3.3.4 Principales defectos que se presentan en las construcciones de

#### concreto armado y albañilería [38]

Dentro de los errores más comunes en la construcción y diseño, en edificaciones de concreto armado y albañilería tenemos:

#### Concreto Armado

##### A. Fallas por flexión:

- 1.a Peralte insuficiente en vigas largas
- 2.a vigas apoyadas sobre vigas de peralte insuficiente
- 3.a Desfasaje en la unión vigas y columnas (empalme insuficiente)

##### B. Fallas por aplastamiento:

- 1.b Detalle inadecuado en juntas de expansión.

##### C. Fallas por deterioro del material:

- 1.c Corrosión del refuerzo en presencia de cloruros
- 2.c Carbonatación del concreto
- 3.c Perforaciones, huecos.

#### Albañilería

- A. Muros muy delgados o altos sin confinamiento
- B. Muros con coberturas demasiado grandes
- C. Juntas flexibles de poco espesor
- D. Juntas rellenas con mortero o tapadas con platinas de fierro

- E. Mala calidad de materiales de la unidad
- F. Parapetos sin juntas de expansión verticales
- G. Mortero inapropiado, sea por durabilidad o por resistencia

#### **Materiales pre-fabricados**

- A. Falta de detalles en los procedimientos constructivos.
- B. Uso de paneles delgados con refuerzo insuficiente
- C. Deterioro de paneles y los ángulos de fierro que son el soporte de éstos

### **3.3.5 Estimación de la Vulnerabilidad Sísmica con el método cualitativo ATC-21**

Con la información de campo y con la metodología de presentada en el Capítulo II se ha procedido a realizar la estimación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos (C.E.) del Rímac, utilizando la metodología ATC-21.

La metodología se ha aplicado usando los valores señalados en el manual del ATC-21 para los “basic score”, los valores de los modificadores han sido estimados de acuerdo al estudio de campo. A partir de un puntaje mayor a 2 se considera que la edificación “no necesita evaluación detallada (no vulnerable)”, y para un puntaje menor a 2 se considera que la edificación “necesita evaluación detallada (vulnerable)”. La estimación de la vulnerabilidad se presenta en las tablas N° 3.18 y 3.19.

En los planos V-1 y V-2 (Ver: Anexos/Planos), se representa la vulnerabilidad de los centros educativos del distrito. En el plano V-1, se presentan los centros educativos “vulnerables” y los “no vulnerables”. Cuando una edificación del C.E. fue calificada como vulnerable, el C.E. fue representado en el plano con el color rojo; y en el caso que ninguna edificación fue vulnerable, se representó al C.E con el color verde.

En el plano V-2, se presentan diagramas tipo pie porcentual para cada C.E evaluado (ver tabla N° A-7.1) en los cuales la zona de color rojo representa a las edificaciones que son “vulnerables” y la zona de color verde representa a las edificaciones “no vulnerables”.



Tabla N° 3.17-a: Estimación de la Vulnerabilidad sísmica con la metodología ATC-21

Ficha N°	Nombre	Pabellón	Aplicación ATC - 21		
			Tipo Edificación	Puntaje	Conclusión
01	CEPAZ SOLDAN	P1	C3	1.50	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	1.50	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
02	CE 2002	P1	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	RM	1.90	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.70	Necesita evaluación con más detalle
		P4	C3	0.70	Necesita evaluación con más detalle
		P5	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
03	CE 3002 - A	P1	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
04	CE 3003	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
05	CE 3006	P1	C2	3.00	No vulnerable
		P2	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
06	CE 3007	P1	RM	3.00	No vulnerable
		P2	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
07	CE 3009	P1	RM	2.20	No vulnerable
		P2	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
08	CE 3017	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
09	CE 3075	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
10	CE 3012	P1	C3	0.70	Necesita evaluación con más detalle
		P2	RM	2.20	No vulnerable
		P3	RM	2.20	No vulnerable
11	CE Esther Cáceres	P1	URM	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		P1-I	RM	2.20	No vulnerable
		P2	RM	1.90	Necesita evaluación con más detalle
		P2-I	RM	2.20	No vulnerable
		P3	RM	2.70	No vulnerable
12	CE 3014	P1	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
13	CE 3015	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
14	CEE Ricardo Bentín	P1	RM	2.20	No vulnerable
		P2	RM	2.20	No vulnerable
		P3	URM	0.20	Necesita evaluación con más detalle
15	CEI 320	P1	RM	2.20	No vulnerable
		P2	S3	4.70	No vulnerable
		P3	S3	4.70	No vulnerable
		P4	C2	2.70	No vulnerable
16	CEI 325	P1	RM	2.20	No vulnerable
		P2	RM	2.20	No vulnerable
17	CE 391 - 1	P1	URM	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	RM	1.90	Necesita evaluación con más detalle
		P3	RM	1.90	Necesita evaluación con más detalle
18	CE 3019 - 2	P1	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
19	CE 2099	CEI 394 - 1	URM	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		ADMINIST.	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
		ADMINIST.	URM	2.20	No vulnerable
		MOD. 3 NIV.	C3	0.20	Necesita evaluación con más detalle
20	CE 3021	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
21	CE 3005	P1	C3	0.70	Necesita evaluación con más detalle
		P1	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
22	CEI 072	P1	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C3	1.20	Necesita evaluación con más detalle
		P3	RM	2.70	No vulnerable
23	GUE.M.P.D. Bellido	P1	C3	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P2	C4	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P3	C5	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P4	C6	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P5	C7	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P6	C8	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P7	C9	0.00	Necesita evaluación con más detalle
		P8	RM	2.70	No vulnerable

Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el distrito del Rímac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006

Autor: Bach. Ing° Danner Aleksei Juape Chamaya

Tabla N° 3.17-b Estimación de la Vulnerabilidad sísmica con la metodología ATC-21

Ficha N°	Nombre	Pabellón	Aplicación ATC - 21		
			Tipo Edificación	Puntaje	Conclusión
24	GUE Ricardo Bentín	CEI 394 - 2	URM	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		Cahuide	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		Manco II	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		M.P.D. Bellido	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		Pabellón Central	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		Pumacahua	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		Túpac Amaru II	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
25	CE Mujeres del Rímac	CE 2073	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P1	C2	2.70	<i>No vulnerable</i>
		P2	C3	1.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P3	S3	4.70	<i>No vulnerable</i>
26	CE 2083	P4	S3	4.70	<i>No vulnerable</i>
		P1	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P2	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P3	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
27	CE 3013	P4	C3	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
28	CE 3011	P1	RM	1.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
29	CE 3001	P1	PC1	1.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
30	CE 392 - 1	P1	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P2	C1	1.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
31	CEI 049	P1	C1	1.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
32	CEI 340	P1	C1	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
33	CE 2074	P1	RM	2.20	<i>No vulnerable</i>
34	CE 391 - 2	P1	C2	2.70	<i>No vulnerable</i>
		P2	RM	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
35	CE 392-2	P1	RM	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
36	CE 3004	P1	RM	2.20	<i>No vulnerable</i>
		P1	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P2	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P3	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
37	CE Lucie Rynning	P4	C3	0.00	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P1	URM	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P2	C3	0.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P3	C3	0.70	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>
		P4	C3	1.20	<i>Necesita evaluación con más detalle</i>

### 3.3.6 Selección del centro educativo más crítico

De los resultados presentados en las tablas N° 3.18 y 3.19 se resume lo siguiente: del total de edificaciones de los centros educativos del Rímac, el número de edificaciones “vulnerables” y las “no vulnerables” son 27 y 79 respectivamente; es decir que 79 edificaciones necesitan un nivel más detallado de evaluación (evaluación cuantitativa).

De todos los centros educativos bajo estudio se escogió uno de entre los más críticos (presentan pabellones que necesitan un nivel de evaluación cuantitativa), también que debería tener información complementaria (*información técnica*) y accesibilidad para desarrollar si fuera el caso, un expediente de reforzamiento a través de un estudio cuantitativo.

Por esta razón se ha identificado el centro educativo N° 3006, ubicado en la calle Alfonso Ugarte N° 601, Urb. Piedra Lisa (en las faldas del cerro San Cristóbal).

### a. Evaluación Sísmica mediante la Metodología Indicial de Hirosawa

Para llevar a cabo la aplicación de ésta metodología, se tuvo acceso a los planos estructurales del módulo de 4 Niveles (pabellón 01) como complemento, y así poder hacer una comparación de las metodologías de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, lo cual representa uno de los objetivos del presente estudio de Tesis.

Los resultados obtenidos de la aplicación del método de Hirosawa se presentan en la tabla N° 3.18-a y 3.18-b, para el pabellón 01 y para el módulo Piba-87, respectivamente (Ver más detalles en Anexo IV de los resultados obtenidos para ambos módulos).

Para el pabellón 01, se aplicó el segundo nivel de evaluación del método Indicial del Hirosawa, por contar con los planos originales de estructuras de la edificación; para el módulo Piba-87, se aplicó el primer nivel de evaluación de éste método, ya que no se existen planos de estructuras de ésta edificación.

Tabla N° 3.18-a: Resultados de la Evaluación Sísmica del CE N° 3006 (módulo de 4 niveles, pabellón 01) mediante el Método Indicial de Hirosawa - 2° Nivel de Evaluación

NIVEL	DIRECCION	SUB-INDICES	INDICE SISMICO $I_s = E_o.S_d.T$	UMBRAL DE COMPARACION $I_o = E_o.Z.G.U = 0.6 * I * 1.5 = 0.90$	ESTADO
NIVEL 1	X - X	E <sub>o</sub> = 32.86 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.92	I <sub>s</sub> = 28.86	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
	Y - Y	E <sub>o</sub> = 2.20 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.92	I <sub>s</sub> = 1.93	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
NIVEL 2	X - X	E <sub>o</sub> = 3.50 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.92	I <sub>s</sub> = 3.08	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
	Y - Y	E <sub>o</sub> = 3.50 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.92	I <sub>s</sub> = 3.07	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
NIVEL 3	X - X	E <sub>o</sub> = 4.24 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.97	I <sub>s</sub> = 3.92	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
	Y - Y	E <sub>o</sub> = 5.83 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.95 T = 0.97	I <sub>s</sub> = 5.39	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
NIVEL 4	X - X	E <sub>o</sub> = 7.69 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.81 T = 0.99	I <sub>s</sub> = 6.15	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE
	Y - Y	E <sub>o</sub> = 11.67 G = 1.00 S <sub>d</sub> = 0.81 T = 0.99	I <sub>s</sub> = 9.33	I <sub>o</sub> = 0.9	NO VULNERABLE

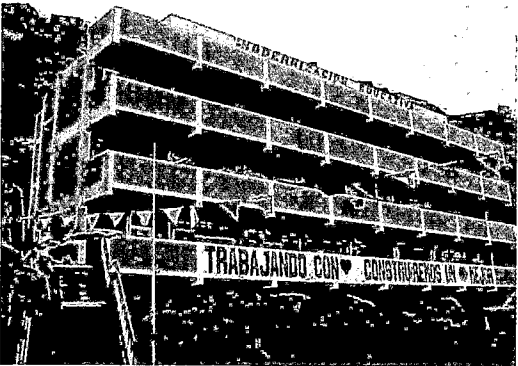
Tabla N° 3.18-b: Resultados de la Evaluación Sísmica del CE N° 3006 (módulo Piba-87, pabellón 02) mediante el Método Indicial de Hiroswa - 1° Nivel de Evaluación

NIVEL	DIRECCION	SUB-INDICES	INDICE SISMICO $I_s = E_o.S_d.T$	UMBRAL DE COMPARACION $I_o = E_o.Z.G.U = 0.8*1*1*1.5 = 1.2$	ESTADO
NIVEL 1	X - X	Eo = 0.10 G = 1.00 Sd = 0.95 T = 0.92	$I_s = 0.09$	$I_o = 1.2$	VULNERABLE
	Y - Y	Eo = 0.41 G = 1.00 Sd = 0.95 T = 0.92	$I_s = 0.36$	$I_o = 1.2$	VULNERABLE
NIVEL 2	X - X	Eo = 0.17 G = 1.00 Sd = 0.95 T = 0.92	$I_s = 0.15$	$I_o = 1.2$	VULNERABLE
	Y - Y	Eo = 0.69 G = 1.00 Sd = 0.95 T = 0.92	$I_s = 0.61$	$I_o = 1.2$	VULNERABLE

### b. Evaluación Sísmica mediante la metodología ATC-21

Dentro del contexto desarrollado en el Marco Teórico (Capítulo II), los resultados de la aplicación de ésta metodología para el C.E. N° 3006, se presentan en las Fichas N° 01 y 02

Ficha N° 01: Resultados de la Evaluación Sísmica del CE N° 3006 (módulo de 4 niveles, pabellón 01) con el método del ATC-21

ATC-21 Zonificación según Norma:		<input checked="" type="checkbox"/> Zona 3 (Intensidad alta)	Ficha N°: 001									
		<input type="checkbox"/> Zona 2 (Intensidad media)	Fecha: Marzo 2004									
		<input type="checkbox"/> Zona 1 (Intensidad baja)	Inspector: Danner Juape									
<b>RECONOCIMIENTO VISUAL RAPIDO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES</b>												
Nombre del Colegio: CE N° 3006												
Dirección: Calle Alfonso Ugarte N° 601												
Distrito: Rimac Dpto.-País: Lima - Perú												
Año Constr.: 1995 Área Total (m2):												
Número de Pisos: 04 (pabellón 01)												
Croquis												
												
TIPO DE COLEGIO	NIVEL EDUCATIVO				TURNO			N° DE PERSONAS	Riesgo de daño	SI		
	INICIAL	PRIMAR.	SECUN.	C.E.O.	DIURN.	TARD.	NOCH.		No estructural	No		
Estatad Min. de Educ.	X	X			X	X		637	CONFIABILIDAD DE LOS DATOS			
Estatad otro sect. (Mil.)									NC: No confiable			
Parroquial									E: Estimado	X		
Particular									S: Subjetivo			
Especial									NSC: No se conoce			
<b>PUNTAJE DE LA ESTRUCTURA Y MODIFICADORES</b>												
TIPO DE EDIFICACION	M	S1 (AE)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3/S5 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM	URM
<b>Puntaje Basico</b>	4.5	4.5	3.0	5.5	3.5	2.0	3.0	1.5	2.0	1.5	3.0	1.0
Riesgo por Altura	N/A	-2.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-0.5	N/A	-0.5	-1.0	-0.5
Condición de deterioro	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Irregularidad Vertical	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5
Piso Blando	-1.0	-2.5	-2.0	-1.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.0
Torsión en planta	-1.0	-2.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularid. en Planta	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Separación Insuficiente	N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	-0.5	N/A	N/A	N/A	-0.5	N/A	N/A
Peligro de Fachada	N/A	-2.0	N/A	N/A	N/A	-1.0	N/A	N/A	N/A	-1.0	N/A	N/A
Columnas Cortas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	N/A	N/A
Construcción post norma	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	N/A	2.0	2.0	2.0	N/A
SL2 (S2)	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
SL3 (S3)	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
SL3 & 8 a 20 pisos (S4)	N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8
PUNTAJE FINAL								3.0				
COMENTARIOS									Requiere Evaluación Detallada?			
La edificación presenta gran fisuración en los muros de la fachada posteriore del primer nivel hay peligro que se pueda desprender el recubrimiento del muro y pueda causar accidentes sobre las personas que ocupan la edificación									SI NO x			

Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006

Autor: Bach. Ing° Danner Aleksei Juape Chamaya



## **CAPITULO IV:**

# **ESTUDIO CUANTITATIVO DEL CENTRO EDUCATIVO MÁS CRÍTICO**

En esta parte del estudio, se realiza un análisis detallado del comportamiento estructural de las edificaciones que componen el centro educativo. Aquí se lleva a cabo un análisis dinámico para una verificación del comportamiento sísmico actual de las edificaciones con lo que establece la Norma Sismorresistente E.030-2003. Finalizando el capítulo se da un diagnóstico de vulnerabilidad final de las estructuras estudiadas.

### **4.1 Memoria Descriptiva**

El Centro Educativo N° 3006 tiene dos pabellones; un módulo de 3 AULAS – 4 PISOS y otro de 2 AULAS – 2 PISOS, clasificado con el nombre de PIBA-87. No se tuvo acceso a tanta información técnica de la estructura del segundo módulo como del primero. Con la información recopilada de los planos se procedió al análisis del comportamiento estructural de la edificación. Para ello fue necesario un reconocimiento in situ del área y de los edificios en estudio. Se realizó un análisis del comportamiento dinámico de la estructura frente a eventos sísmicos, de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente. Con este propósito, se generaron los modelos matemáticos para el análisis estructural de las estructuras. Estos modelos fueron generados utilizando el programa de

cómputo ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems) versión 8.2.7, de Computers and Structures Inc., Berkeley, California.

Es importante que deba considerarse la participación de los elementos no estructurales (como el caso de cerramientos de albañilería idealizados considerando las propiedades mecánicas de la albañilería) para la determinación del comportamiento dinámico de la edificación. Estos elementos contribuyen en un inicio a la rigidez de la estructura y funcionan a manera de fusibles; una vez que alcanzan su capacidad de agrietamiento, dejan de contribuir rigidez al sistema estructural. Al no considerar estos elementos no estructurales se estaría subestimando la capacidad de la estructura.

#### 4.1.1 Descripción de las Edificaciones

Las edificaciones están conformadas por pórticos de concreto armado en la dirección longitudinal (X-X) y por muros de ladrillo en la dirección transversal (Y-Y). Existen tabiques de ladrillo en la dirección X-X. La planta presenta una forma rectangular, como se ve en las figuras N° 4.1 y 4.2.

#### MODULO 1 – 04 PISOS (foto N° 4.1)

La edificación es un pabellón de 3 aulas por nivel y cuatro niveles en total. Se consideró en el modelo una altura de 3.65m para el primer nivel y 3.20m para los demás. Tiene un pasadizo lateral de 2.30m de ancho, desde el segundo hasta el tercer nivel este pasadizo tiene un parapeto de 1.20m de alto. El diseño de esta edificación data del año 1996. Este módulo fue diseñado con la Norma Sismo Resistente de 1977.

Se utilizaron columnas rectangulares de 25x25cm, 25x40cm, 25x57.5cm, 50x40cm, 25x15cm (confinamiento de alféizar), 25x10cm (confinamiento parapetos); y vigas de 25x50cm, y vigas de 25x20cm para el extremo del pasadizo. En el primer nivel existe una placa de concreto armado en la dirección X-X de 15cm de espesor, a todo lo largo del eje 3, con una altura de 3.65m. El techo es una losa aligerada de 20cm de espesor armada en una dirección.

El módulo de elasticidad del concreto para este modelo se calculó a base de un  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Foto N° 4.1: Módulo de 4 Niveles, construido en los años 80



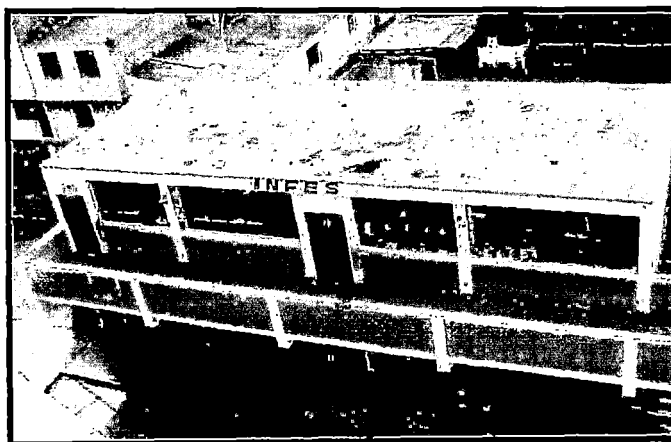
### MODULO 2 – 02 PISOS (foto N° 4.2)

La edificación es un pabellón de 2 aulas por nivel y dos niveles en total. Se consideró en el modelo una altura de 3.60 m para el primer nivel y 3.0 m para el segundo. Tiene un pasadizo lateral de 2.20m de ancho; en el segundo nivel este pasadizo tiene un parapeto de 1.20m de alto. A esta edificación técnicamente se le conoce como PIBA – 87, porque su diseño y construcción data de 1987. Este módulo fue diseñado con la norma Sismo Resistente de 1977.

Se utilizaron columnas rectangulares de 25x25cm, 25x40cm, 25x30cm, 25x15cm (confinamiento de alféizar); y vigas de 25x35cm, para las vigas collar, vigas de 25x20cm, que están sobre los muros de albañilería y para el extremo del pasadizo, y de 25x50 para los pórticos.

El módulo de elasticidad del concreto para este modelo se calculó a base de un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Foto N° 4.2: Módulo Piba 87 - 2 Niveles, construido en los años 80



## 4.2 Características de los modelos estructurales adoptados

### 4.2.1 Características mecánicas de los elementos estructurales

Estos elementos de la edificación se han considerado como homogéneos. La resistencia a la compresión del concreto para las columnas, vigas y placas es de  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ , para el módulo de cuatro pisos y de  $f'_c=175\text{kg/cm}^2$  para el módulo de dos pisos. El módulo de elasticidad del concreto se determinó con la expresión:

$$E = 15000 * \sqrt{f'_c} \quad \dots\text{Ecuación 4.1}$$

Además, se consideró un peso unitario del concreto de  $2400\text{kg/m}^3$ . Las losas son aligeradas de 20cm de espesor. El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo es de  $4200\text{kg/cm}^2$ . Se consideró una resistencia a la compresión de la mampostería de  $f'_m = 50\text{kg/cm}^2$ , un peso unitario de  $1800\text{kg/m}^3$ , con un  $f'_b=100\text{kg/cm}^2$  que es la resistencia equivalente de muros con ladrillo industrial.

Las cargas verticales se evaluaron conforme establece la norma de cargas NTE E-020. Para las losas aligeradas armadas en una dirección se supuso un peso propio del orden de  $300\text{kg/m}^2$ . Los pesos de vigas, columnas y muros se estimaron a partir de sus dimensiones reales, considerando los pesos unitarios respectivos. Se incluyó igualmente el peso de acabados de piso y de techo, estimado en  $100\text{kg/m}^2$ .

En el primer nivel la sobrecarga de diseño fue de  $300\text{kg/m}^2$ , a excepción del peso destinado al pasillo con una sobrecarga de  $400\text{kg/m}^2$ , en la azotea una sobrecarga de  $100\text{kg/m}^2$ , y en las escaleras una sobrecarga de  $500\text{kg/m}^2$ . Las escaleras sólo se consideraron en el módulo de cuatro pisos ya que no existe junta sísmica entre éstas y la estructura de aulas.

Los muros de ladrillo divisorios de las aulas fueron considerados en el análisis como muros de albañilería confinada de 25cm de espesor, tomando en consideración su peso; además se consideraron en el análisis sísmico como elementos resistentes. En la dirección longitudinal de la edificación se tiene tabiquería de arcilla cocida de 15cm de espesor, con una altura de 1.575m para el lado del pasadizo para el módulo de cuatro niveles y de 1.20m para el modulo de dos niveles. Para el módulo de cuatro niveles la tabiquería para la parte posterior, es de 15cm de espesor de 1.20m de alto con ventanas bajas. Para el de dos niveles la tabiquería tiene una altura de 2.10m, formando columnas cortas.

Estos alféizares están confinados pero no tienen una separación sísmica adecuada de las columnas principales.

Los datos necesarios para la realización del modelo matemático para el módulo de cuatro niveles, se han obtenido de los planos arquitectónicos y estructurales del mismo; para el módulo Piba 87-2 niveles, solamente se tuvo acceso a los planos de arquitectura y a unos planos estructurales estándar proporcionados por la Oficina de Infraestructura de la USE-02 Rímac.

En las figuras N° 4.1 y N° 4.2, se aprecian los modelos matemáticos del módulo de 4 niveles y el módulo Piba 87-2 niveles, respectivamente.

Figura N° 4.1 Módulo de 04 niveles.

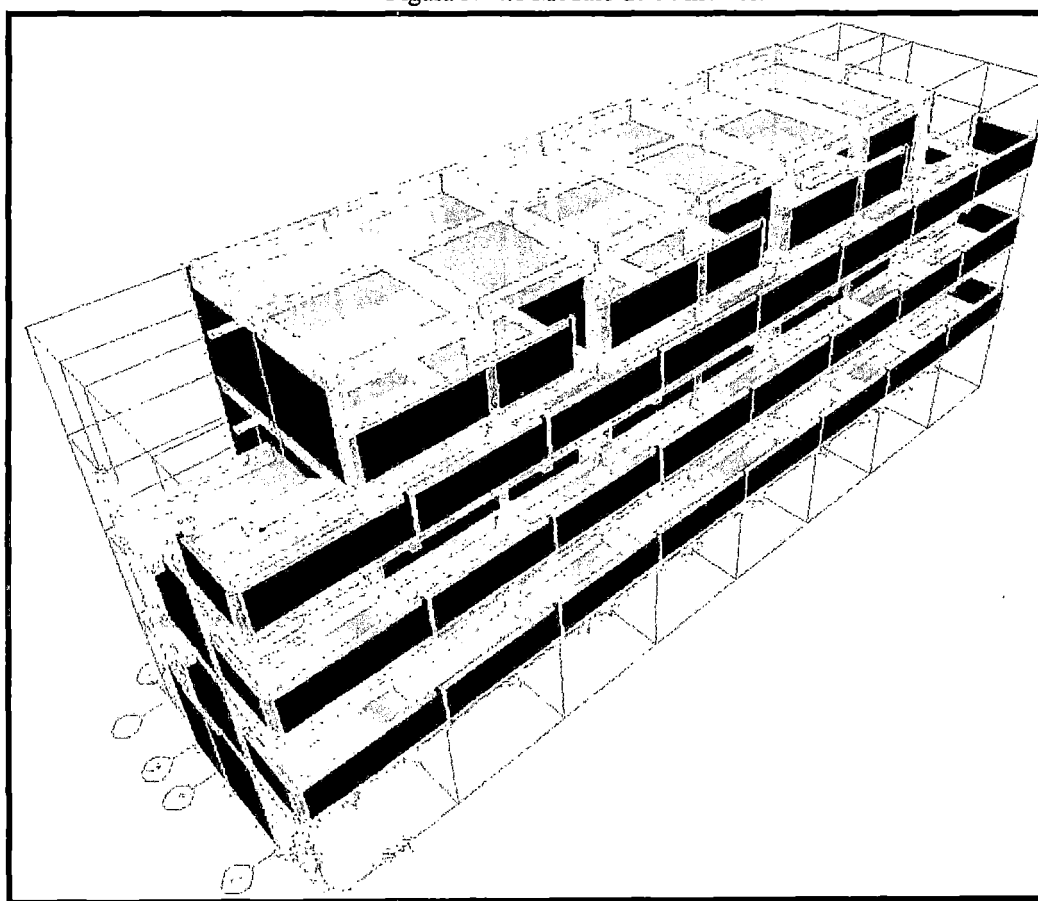


Figura N° 4.1-a: Esquema de la planta del módulo de 04 niveles.

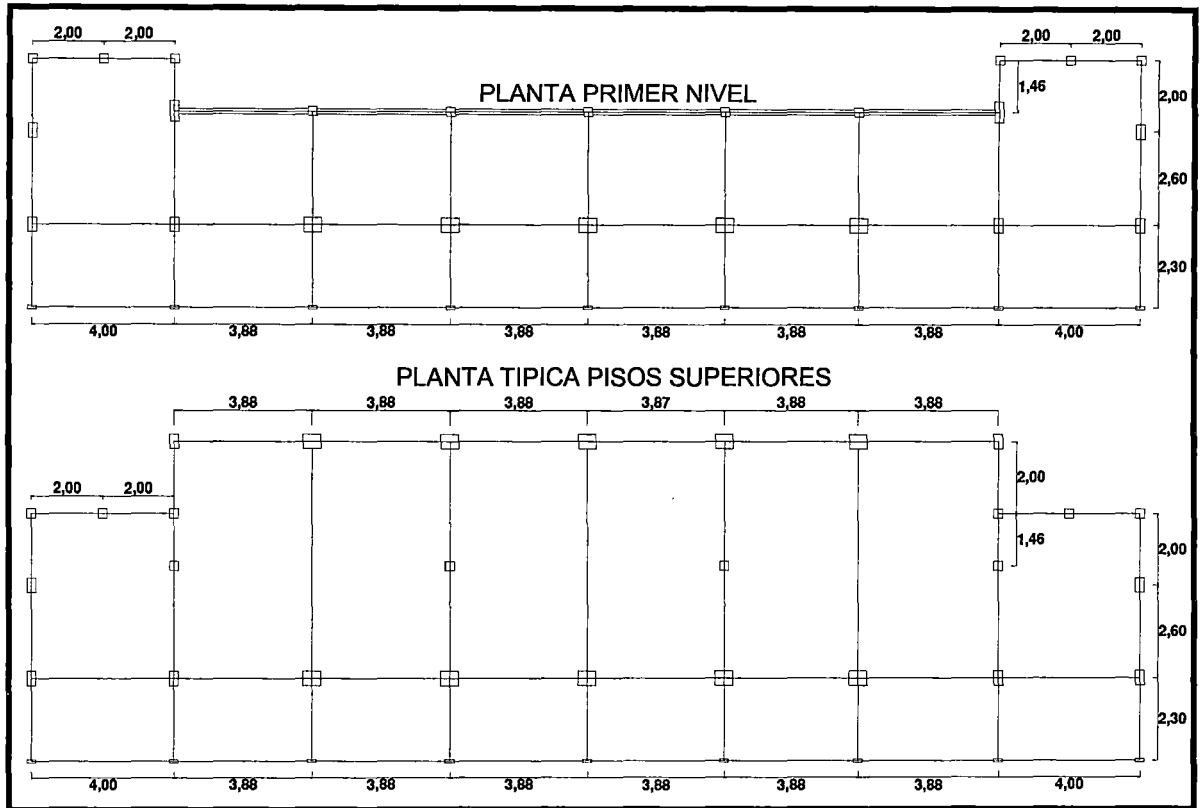


Figura N° 4.2 Módulo PIBA 87 de 02 niveles.

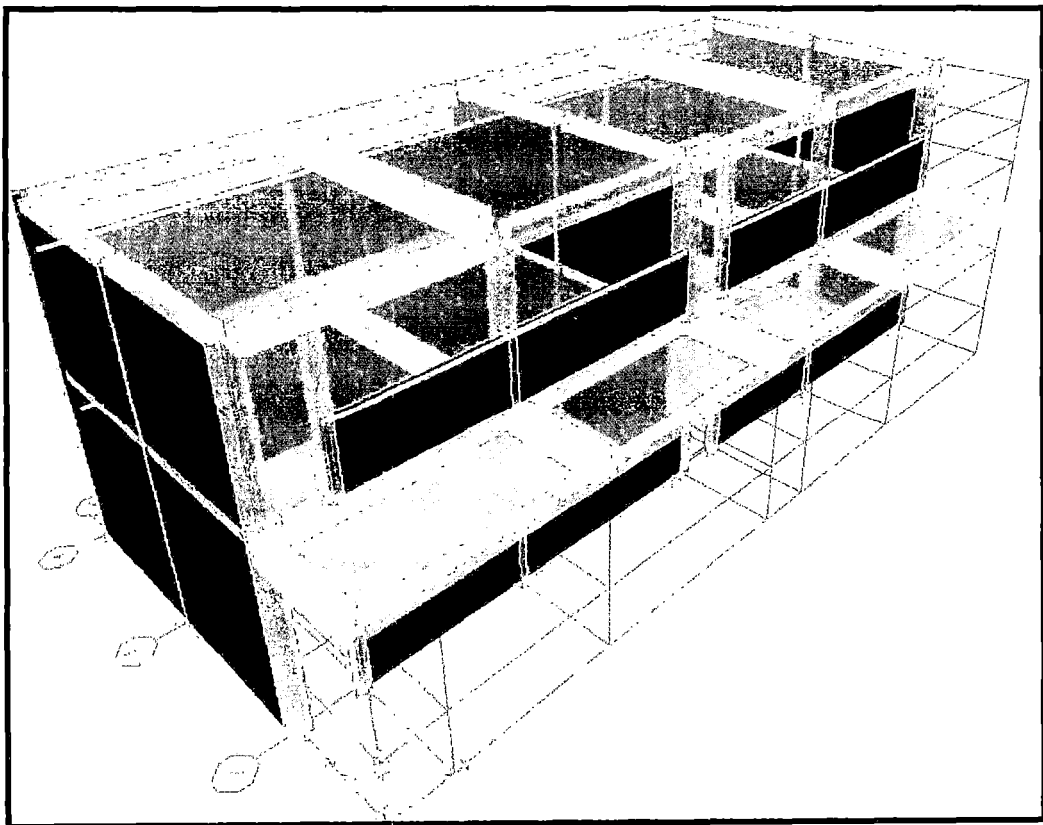
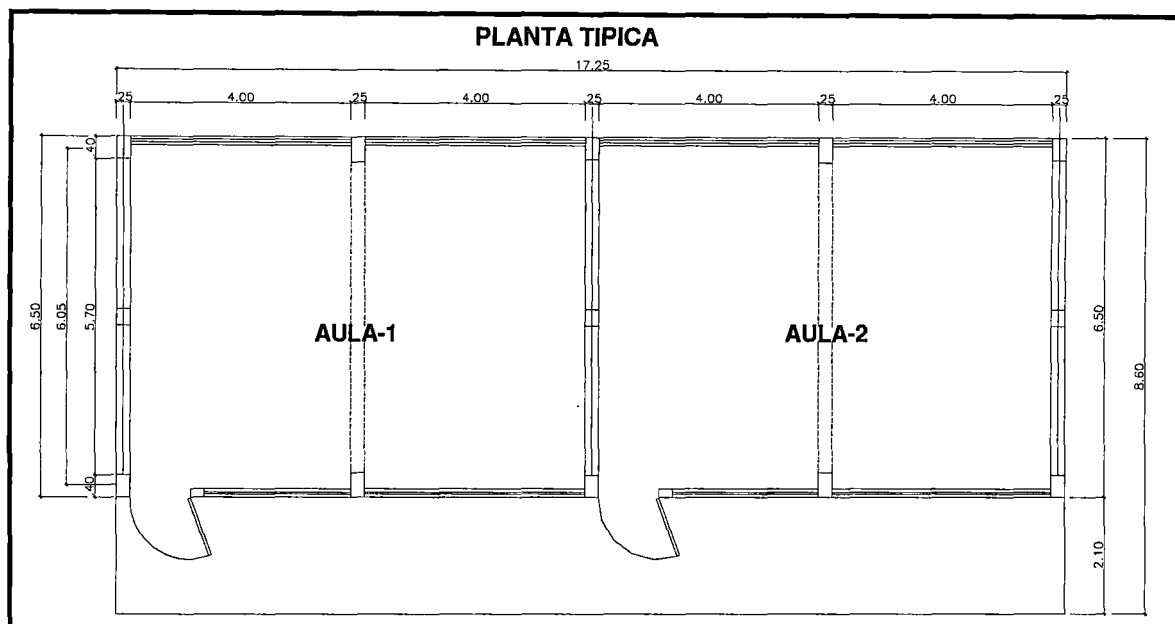


Figura N° 4.2-a: Esquema de la planta del módulo Piba-87



#### 4.2.2 Comportamiento dinámico de las estructuras

El comportamiento dinámico de las estructuras se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideran la contribución de los elementos estructurales como vigas y columnas en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de la masa en los pisos. Se ha comprobado en diversos estudios que el comportamiento dinámico de las estructuras en el rango elástico se ve influenciado por la presencia de tabiquería de albañilería, por lo que es necesario considerar la contribución de estos elementos en la rigidez lateral de las estructuras.

Toda la estructura será analizada como un pórtico tridimensional, con losas supuestas como infinitamente rígidas frente a acciones en su plano.

En el programa ETABS se define la ubicación de los diversos elementos sobre la base de “nudos” y “vanos” en una planta genérica. Cada uno se define por sus coordenadas XY, mientras que los vanos se definen por los nudos a los que se conectan. En cada nivel se puede asignar a cada nudo una sección de columna; si no se hace esta asignación se entiende que el elemento no existe. De modo similar a las vigas y paneles o placas, se asignan a los vanos. Pueden utilizarse también elementos de piso. Cuando se supone que las losas de piso actúan como diafragmas infinitamente rígidos en su plano, estos elementos de piso no

intervienen en la rigidez, son sólo utilizados para facilitar los metrados de las cargas verticales.

### 4.3 Análisis Estructural

#### 4.3.1 Parámetros de Diseño Sísmico

La Norma de Diseño Sismorresistente NTE E.030 del Reglamento Nacional de Construcciones establece los requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales. Esta norma se aplica a la evaluación estructural de las edificaciones existentes.

Las consideraciones sísmicas aplicadas en los edificios del CE N° 3006 de Piedra Liza, en Lima se detallan a continuación:

##### 4.3.1.1 Zonificación sísmica

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de Zonas Sísmicas de la Norma de Diseño Sismorresistente, el departamento de Lima se encuentra comprendido en la Zona Sísmica 3, correspondiéndole una sismicidad alta con un factor de zona de  $Z=0.4$ .

##### 4.3.1.2 Categoría de las edificaciones

Cada estructura se clasifica de acuerdo a las categorías indicadas en la siguiente tabla de la Norma de Diseño Sismorresistente:

TABLA N° 4.1 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

Según esta clasificación los centros educativos pertenecen a la categoría A, es decir, son edificaciones esenciales debido a que servirán de refugio después de un desastre. A esta categoría le corresponde el coeficiente de uso  $U = 1.5$ .

#### **4.3.1.3 Tipo de suelo y periodo predominante [12]**

De acuerdo al estudio de suelos realizado en el centro educativo y resumido en la sección 3.2.4.1.2.3:

De acuerdo con las Normas Peruanas y el predominio de roca bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis Sismo-Resistentes para el módulo de cuatro niveles, un perfil de suelo tipo  $S_1$  [12], correspondiente a un suelo muy rígido (roca ígnea) con periodo predominante de  $T_p(s) = 0.4$ , un factor de suelo de  $S = 1.0$ .

Para el módulo PIBA-87, de acuerdo con las Normas Peruanas y el primer estudio de suelos de suelos realizados (calicata N°2), se adopta en los análisis Sismo-Resistentes un perfil de suelo tipo  $S_2$  correspondiente a un suelo intermedio, con periodo predominante de  $T_p(s) = 0.6$ , un factor de suelo de  $S = 1.2$ .

#### **4.3.1.4 Sistemas estructurales**

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usa un coeficiente de reducción de la fuerza sísmica.

Los módulos están constituidos por un sistema estructural mixto. En la dirección principal tenemos muros de albañilería confinada por lo que se ha considerado un coeficiente de reducción a la respuesta  $R$  igual a 3; en la dirección secundaria, consta de pórticos de concreto armado por lo que corresponde un coeficiente de reducción a la respuesta  $R$  igual a 8 según lo estipulado en la norma de diseño sismorresistente vigente.

#### **4.3.1.5 Desplazamientos laterales permisibles**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según un análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente  $R$  no deberá exceder una fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante. Los desplazamientos calculados en éste análisis deberán ser multiplicados por  $0.75R$ .

Así se tiene que para estructuras de concreto armado el límite es 0.007; en el caso de albañilería este valor es 0.005.

#### 4.3.1.6 Junta de separación sísmica

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas a una distancia “s” para evitar el contacto durante un movimiento sísmico. Esta distancia no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:  $3 + 0.004 (h - 500)$ ,  $s > 3\text{cm}$ , siendo “h” la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar “s”. Las distancias h y s están dadas en centímetros.

#### 4.3.2 Combinaciones de carga

Las estructuras serán cargadas considerando combinaciones de carga correspondientes a las cargas muertas, cargas vivas y cargas por sismo. Los esfuerzos de diseño considerados se determinan en función a las combinaciones de cargas de sismo que se obtendrán en el análisis dinámico y cargas de gravedad considerando los factores de carga especificados en la Norma. Se consideran las combinaciones siguientes:

1.  $1.5 \cdot D + 1.8 \cdot L1$
2.  $1.5 \cdot D + 1.8 \cdot L2$
3.  $1.5 \cdot D + 1.8 \cdot L1 + 1.8 \cdot L2$
4.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L1 \pm S_{X\text{spectra}}$
5.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L2 \pm S_{X\text{spectra}}$
6.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 \pm S_{X\text{spectra}}$
7.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L1 \pm S_{Y\text{spectra}}$
8.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L2 \pm S_{Y\text{spectra}}$
9.  $1.25 \cdot D + 1.25 \cdot L1 + 1.25 \cdot L2 \pm S_{Y\text{spectra}}$
10.  $0.9 \cdot D \pm S_{X\text{spectra}}$
11.  $0.9 \cdot D \pm S_{Y\text{spectra}}$

Donde:

D = Carga muerta

L1 = Carga viva

L2 = Carga viva

$S_{X\text{spectra}}$  = Carga de sismo en la dirección X

$S_{Y\text{spectra}}$  = Carga de sismo en la dirección Y



### 4.3.3 Análisis Sísmico Estático

En el análisis de cargas por gravedad, se desarrolla el análisis estático para cada una de las estructuras (Módulo de 4 niveles y el Módulo Piba 87-2 niveles), esto se realizará para las direcciones en que actúa el sismo, "X" e "Y" respectivamente.

Para el desarrollo de éste análisis, se tiene en cuenta las consideraciones que establece la Norma Sismorresistente E.030-2003. Se empieza por analizar la dirección X-X, en este sentido la estructura está conformada por pórticos de concreto armado, para el sentido Y-Y donde la estructura está conformada por muros de albañilería confinada.

- **MÓDULO 4 NIVELES:**

Del metrado de cargas muertas y siguiendo lo que establece la Norma E.030-2003, se determina que la estructura tiene un peso total de 761.6 Tn.

#### METODO ESTATICO EQUIVALENTE PARA EL ANALISIS ESTATICO

Proyecto: **CE 3006 Módulo 4 NIVELES**

#### Dirección X - X

Consideraciones para el Análisis

Z: Factor de Zona	Lima	<b>0.40</b>
U: Factor de Uso	Centros Educativos	<b>1.50</b>
S: Factor de Suelo		<b>1.00</b>
Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo		<b>0.40</b>
R: Factor de Reducción		
	Consideracion: - Porticos de C.A.	8.00
	- Configuración Regular en planta y en Altura	1.00
g: Aceleración de la gravedad (m/seg <sup>2</sup> )		<b>9.81</b>
C: Factor de Amplificación Dinámica		<b>2.50</b>

Peso Total (kg)	<b>761599</b>		
h	<b>13.25</b>		
C <sub>T</sub>	<b>35</b>	C/R	<b>0.31</b>
T = h / C <sub>T</sub>	<b>0.38</b>	(Debe ser mayor o igual a 0.10)	
Sa = (ZUSC/R) g	<b>1.839</b>		
V=ZUSC/R*P	<b>142799.88</b>		

Tabla N° 4.2: Fuerzas cortantes por piso

NIVEL	PI (KG)	Altura acumulada (hi)	Pihi	Pihi/Σ	Fuerza Inercial (V-Fa)*(Pi*hi/Σ)	Cortante por Piso (KG)
4	126755.06	13.25	1679504.578	0.2774	39605.65592	<b>39605.7</b>
3	214462.39	10.05	2155347.054	0.3559	50826.85389	<b>90432.5</b>
2	214462.39	6.85	1469067.395	0.2426	34643.17902	<b>125075.7</b>
1	205919.49	3.65	751606.147	0.1241	17724.18773	<b>142799.9</b>

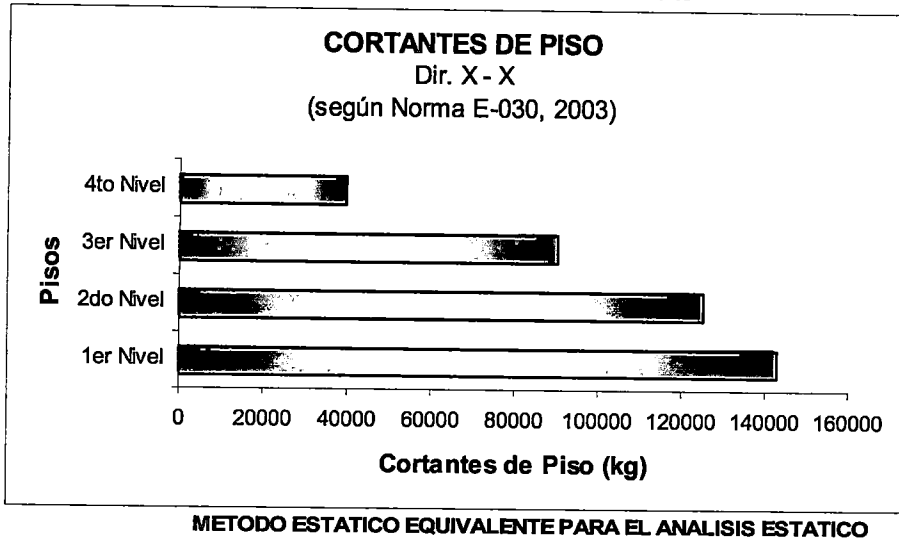
<b>TOTAL</b>	<b>761599.3</b>	<b>605525.2</b>
--------------	-----------------	-----------------

Título: *Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el Distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006*

Tesista: *Bach. Ing° Damner Aleksei Juape Chamaya*

De los resultados obtenidos del presente análisis, éste módulo alcanza un cortante en la base de 142.8 Tn aproximadamente. El gráfico N° 4.1, presenta las cortantes por piso para la dirección X-X, determinadas del análisis estático.

Gráfico N° 4.1: Cortantes X-X Módulo 4 Niveles



Proyecto: **CE 3006 Módulo 4 NIVELES**

Dirección Y-Y

Consideraciones para el Análisis

Z: Factor de Zona	Lima	<b>0.40</b>
U: Factor de Uso	Centros Educativos	<b>1.50</b>
S: Factor de Suelo		<b>1.00</b>
Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo		<b>0.40</b>
R: Factor de Reducción		
Consideración - Albañilería Confinada	3.00	
- Configuración Regular en planta y en Altura	1.00	<b>3.00</b>
g: Aceleración de la gravedad (m/seg <sup>2</sup> )		<b>9.81</b>
C: Factor de Amplificación Dinámica		<b>2.50</b>

Peso Total	<b>761599</b>	
h	<b>13.25</b>	
C <sub>T</sub>	35	C/R <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.83</span>
T = h / C <sub>T</sub>	0.38	(Debe ser mayor o igual a 0.10)
Sa = (ZUSC/R) g	4.905	
V = ZUSC/R * P	<b>380799.67</b>	

Tabla N° 4.3: Fuerzas cortantes por piso

NIVEL	Pi (KG)	Altura acumulada hi	Pihi	Pihi/Σ	Fuerza Inercial (V-Fa)*(Pi*hi/Σ)	Cortante por Piso (KG)
4	126755.06	13.25	1679504.578	0.2774	105615.0824	<b>105615.1</b>
3	214462.39	10.05	2155347.054	0.3559	135538.277	<b>241153.4</b>
2	214462.39	6.85	1469067.395	0.2426	92381.81072	<b>333535.2</b>
1	205919.49	3.65	751606.147	0.1241	47264.50061	<b>380799.7</b>

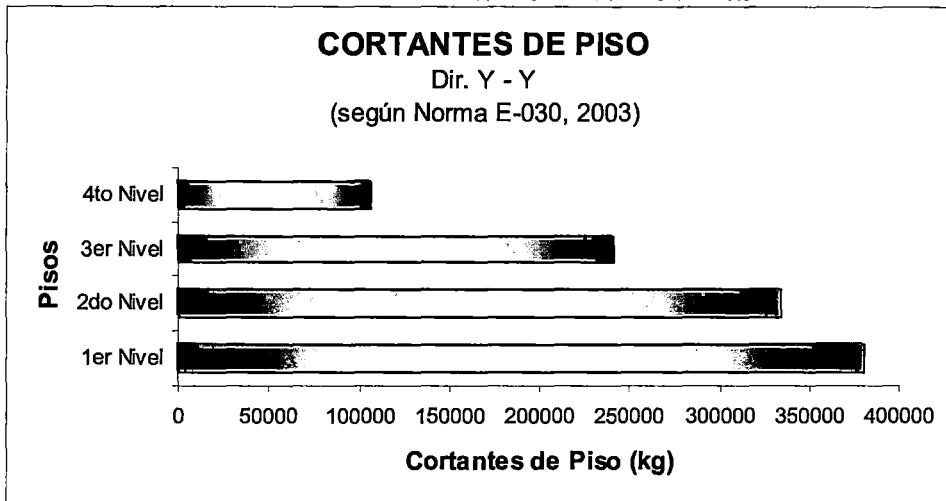
<b>TOTAL</b>	<b>761599.3</b>	<b>605525.2</b>
--------------	-----------------	-----------------

Título: *Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el Distrito del Rímac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006*

Tesista: *Bach. Ing° Danner Aleksei Juape Chamaya*

Para el sentido de análisis “Y”, el módulo alcanza un cortante en la base de 380.8 Tn aproximadamente. El gráfico N° 4.2, presenta las cortantes por piso en la dirección de análisis, estas se obtuvieron del análisis estático anteriormente desarrollado.

Gráfico N° 4.2: Cortantes Y-Y Módulo 4 Niveles



#### • MÓDULO PIBA 87 - 2 NIVELES

Del metrado de cargas muertas y siguiendo las consideraciones que establece la Norma E.030-2003, se determina que la estructura tiene un peso total de 231.2 Tn.

De los resultados obtenidos del presente análisis, éste módulo alcanza un cortante en la base de 52.0 Tn aproximadamente. El gráfico N° 4.3, presenta las cortantes por piso para la dirección X-X, determinadas del análisis estático.

Para el sentido de análisis “Y”, el módulo alcanza un cortante en la base de 138.7 Tn aproximadamente. El gráfico N° 4.4 presenta las cortantes por piso en la dirección de análisis, estas se obtuvieron del análisis estático anteriormente desarrollado.

## METODO ESTATICO EQUIVALENTE PARA EL ANALISIS ESTATICO

Proyecto: **CE 3006 Módulo Piba87-02 NIVELES**

Dirección X - X

Consideraciones para el Análisis

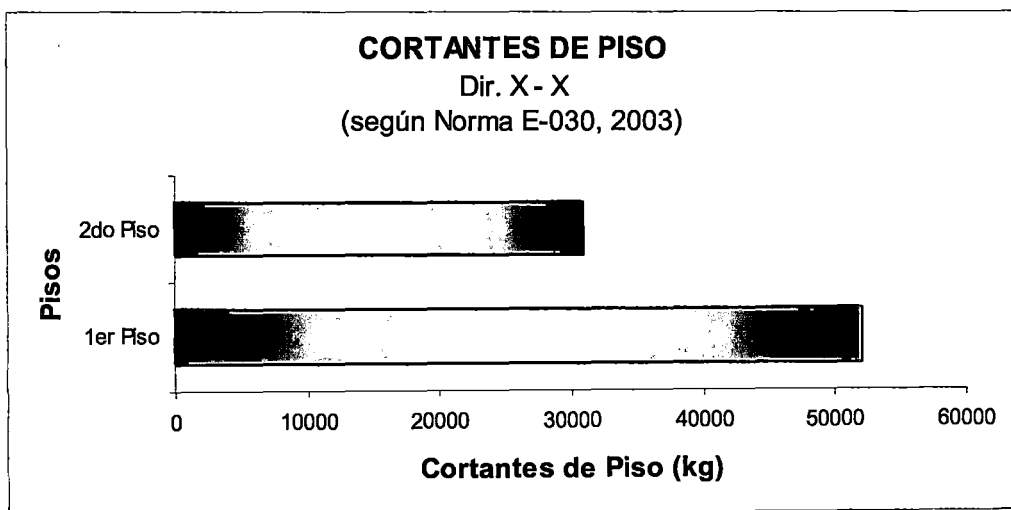
Z: Factor de Zona	Lima	0.40
U: Factor de Uso	Centros Educativos	1.50
S: Factor de Suelo		1.20
Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo		0.60
R: Factor de Reducción		
Consideracion: - Porticos de C.A.	8.00	
- Configuración Regular en planta y en Altura	1.00	8.00
g: Aceleración de la gravedad (m/seg <sup>2</sup> )		9.81
C: Factor de Amplificación Dinámica		2.50

Peso Total (kg)	231163		
h	6.5		
C <sub>T</sub>	35	C/R	0.31
T = h / C <sub>T</sub>	0.19	(Debe ser mayor o igual a 0.10)	
Sa = (ZUSC/R)g	2.207		
V=ZUSC/R*P	52011.64		

Tabla N° 4.4: Fuerzas cortantes por piso

NIVEL	Pi (KG)	Altura acumulada hi	Pihi	Pihi/Σ	Fuerza Inercial (V-Fa)*(Pi*hi/Σ)	Cortante por Piso (KG)
2	97716.45	6.50	635156.925	0.5942	30907.34	30907.3
1	133446.38	3.25	433700.719	0.4058	21104.29	52011.6
<b>TOTAL</b>	<b>231162.8</b>		<b>1068857.6</b>			

Gráfico N° 4.3: Cortantes X-X Módulo 2 Niveles.



## METODO ESTATICO EQUIVALENTE PARA EL ANALISIS ESTATICO

Proyecto: **CE 3006 Módulo Piba87-02 NIVELES**

Direccion Y-Y

Consideraciones para el Análisis

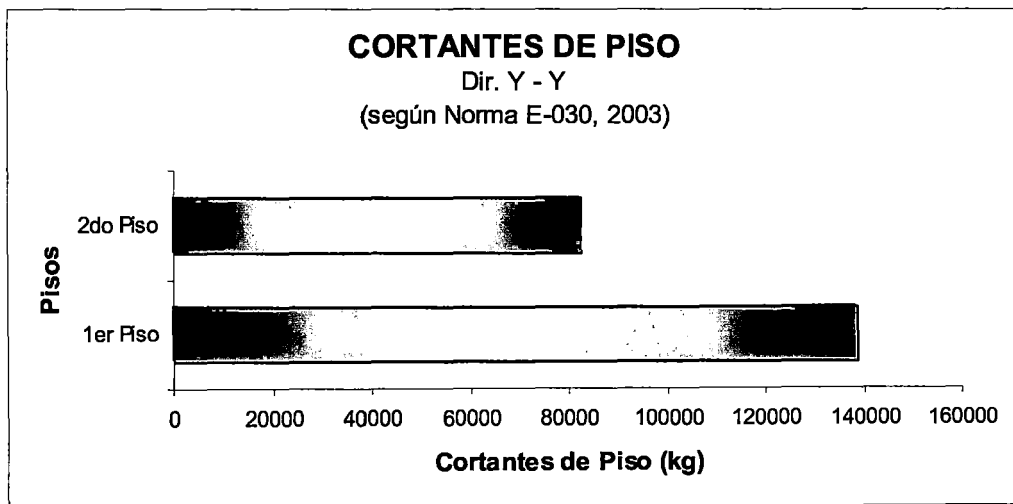
Z: Factor de Zona	Lima	<b>0.40</b>
U: Factor de Uso	Centros Educativos	<b>1.50</b>
S: Factor de Suelo		<b>1.20</b>
Tp: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo		<b>0.60</b>
R: Factor de Reducción		
Consideracion: - Albañilería Confinada	3.00	
- Configuración Regular en planta y en Altura	1.00	<b>3.00</b>
g: Aceleración de la gravedad (m/seg <sup>2</sup> )		<b>9.81</b>
C: Factor de Amplificación Dinamica		<b>2.50</b>

Peso Total	<b>231163</b>		
h	<b>6.5</b>		
C <sub>T</sub>	<b>35</b>	C/R	<b>0.83</b>
T = h / C <sub>T</sub>	<b>0.19</b>	(Debe ser mayor o igual a 0.10)	
Sa = (ZUSC/R) g	<b>5.886</b>		
V=ZUSC/R*P	<b>138697.70</b>		

Tabla N° 4.5: Fuerzas cortantes por piso

NIVEL	Pi (KG)	Altura acumulada hi	Pihi	Pihi/Σ	Fuerza Inercial (V-Fa)*(Pi*hi/Σ)	Cortante por Piso (KG)
2	97716.45	6.50	635156.925	0.5942	82419.6	<b>82419.6</b>
1	133446.38	3.25	433700.719	0.4058	56278.1	<b>138697.7</b>
<b>TOTAL</b>	<b>231162.8</b>		<b>1068857.6</b>			

Gráfico N° 4.4: Cortantes Y-Y Módulo 2 Niveles.

**4.3.4 Análisis dinámico**

Para determinar los desplazamientos y fuerzas cortantes que el sismo de diseño impone sobre la estructura se efectúa el análisis dinámico determinando las masas de cada piso, considerándolas concentradas en los niveles de entrepiso. El

programa ETABS determina las rigideces de cada entrepiso y calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de la estructura.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo Resistente vigente (RNC-NTE E.030-2003) se ha considerado para el espectro de diseño los parámetros que conducen a un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones ( $S_a$ ) definido por:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} * g \quad \dots \text{Ecuación 4.2}$$

- MÓDULO DE 4 NIVELES

Donde:

Z: Factor de zona (Zona 3: Lima) = 0.40

U: Categoría de uso (Esencial) = 1.50

S: Factor de suelo ( $S_1$  = Roca o suelos muy rígidos) = 1.0

R: Factor de reducción

Dirección local X-X (pórticos C°A°) = 8.0

Dirección local Y-Y (muros de albañilería, esfuerzos admisibles) = 6.0

g: Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

C: Coeficiente de amplificación dinámica

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5 \quad \dots \text{Ecuación 4.3}$$

$T_p$ : Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo = 0.40 seg.

Los gráficos N° 4.5 y N° 4.6, corresponden a los espectros de diseño para el análisis de la edificación, en las direcciones "X" e "Y" respectivamente.

Gráfico N° 4.5: Espectro respuesta de aceleraciones, dirección X-X

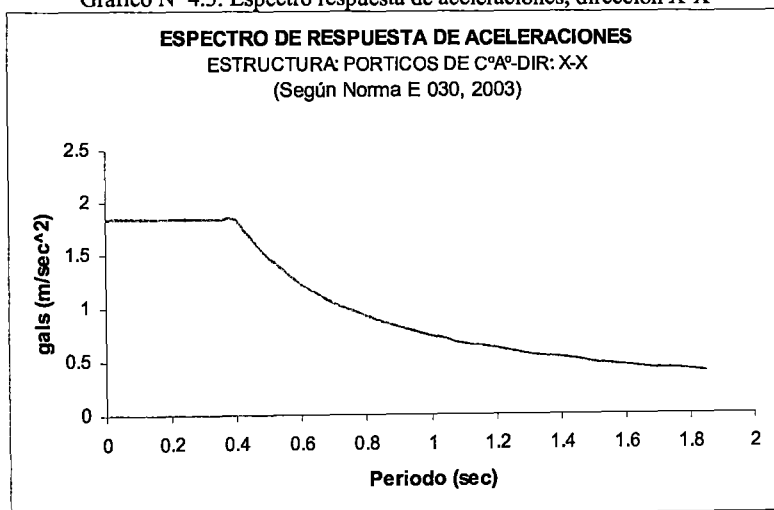
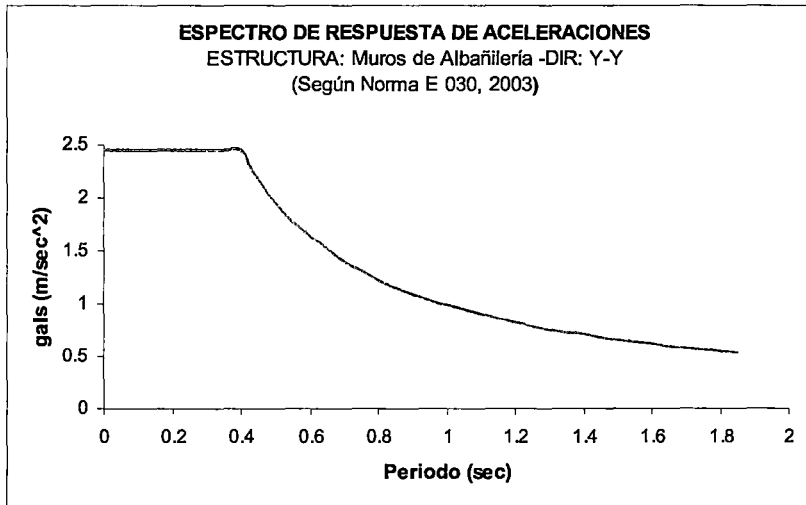


Gráfico N° 4.6: Espectro respuesta de aceleraciones, dirección Y-Y



- MÓDULO PIBA – 87, 2 NIVELES

Donde:

Z: Factor de zona (Zona 3: Lima) = 0.40

U: Categoría de uso (Esencial) = 1.50

S: Factor de suelo (S2 = Suelos intermedios) = 1.2

R: Factor de reducción

Dirección local X-X (pórticos C°A°) = 8.0

Dirección local Y-Y (muros de albañilería, esfuerzos admisibles) = 6.0

g: Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

C: Coeficiente de amplificación dinámica

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5$$

... Ecuación 4.4

T<sub>p</sub>: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo =

0.60 seg

Los gráficos N° 4.7 y N° 4.8, corresponden a los espectros de diseño para el análisis de la edificación, en las direcciones “X” e “Y” respectivamente.

Gráfico N° 4.7: Espectro respuesta de aceleraciones, dirección X-X

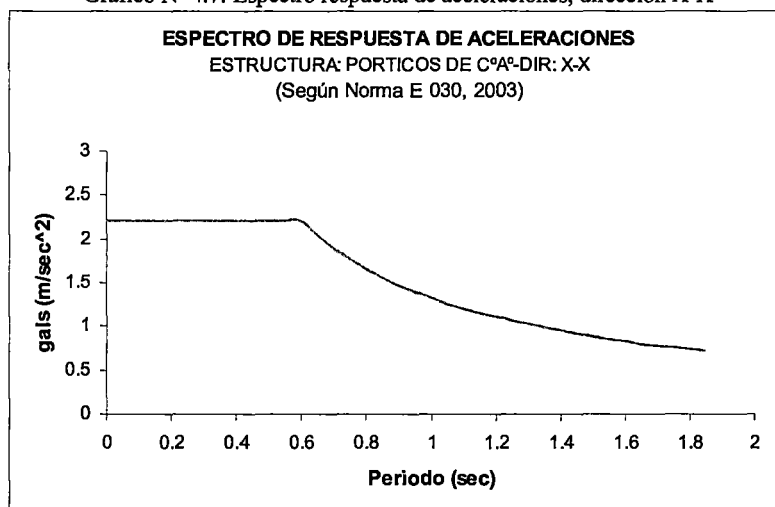
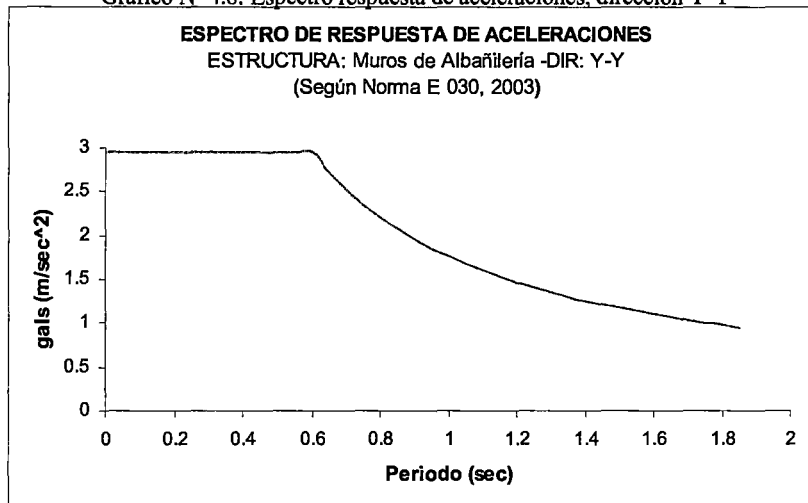


Gráfico N° 4.8: Espectro respuesta de aceleraciones, dirección Y-Y



#### 4.4 Comportamiento dinámico de los modelos estructurales

##### 4.4.1 Periodos de vibración

Los periodos de vibración encontrados para ambos módulos, han sido obtenidos del análisis dinámico realizado para cada uno de los módulos.

Los resultados para los modelos, de 4 niveles y Piba 87 - 2 niveles, en términos de sus propiedades dinámicas, son presentados en las tablas N° 4.6 y N° 4.7. Se encontró que para la estructura de 4 niveles el periodo predominante es de 0.226 y corresponde a la dirección "X"; similarmente para el módulo Piba 87 - 2 niveles, el periodo predominante es de 0.178 y también corresponde a la dirección "X".

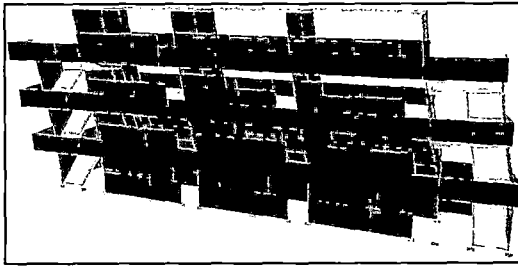


- **Módulo de 4 Niveles**

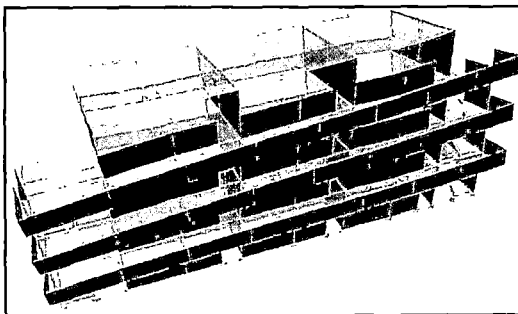
Los periodos de vibración de este módulo se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 - Periodos Módulo 4 Niveles.

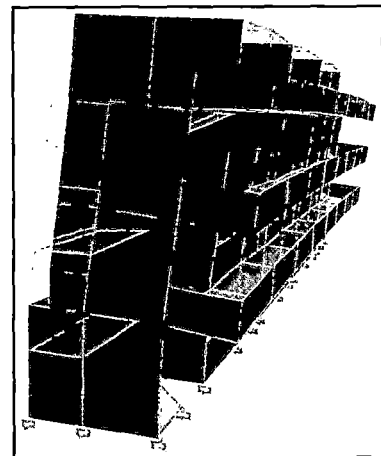
Modo	Periodo T (seg.)
1	0.228
2	0.182
3	0.154
4	0.092
5	0.078
6	0.077
7	0.063
8	0.060
9	0.038
10	0.035
11	0.028
12	0.023



Modo 1(Longitudinal), T = 0.23 seg.



Modo 3 (Torsional), T = 0.15 seg.



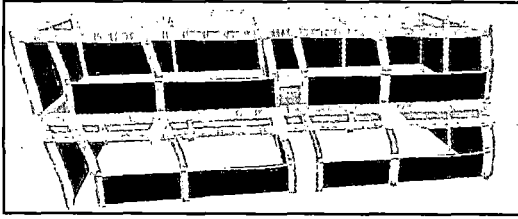
Modo 2 (Transversal), T = 0.18 seg.

- **Módulo de 2 Niveles**

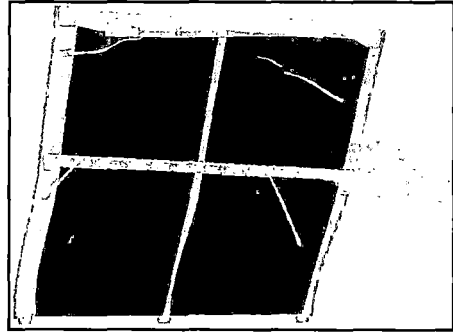
Los periodos de vibración de este módulo se muestran en la tabla 4.7

Tabla 4.7 – Periodos Módulo 2 Niveles

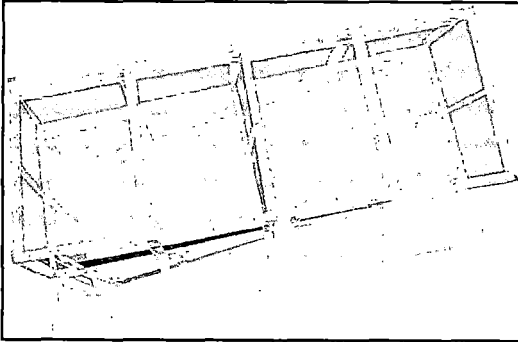
Modo	Periodo T (seg.)
1	0.185
2	0.103
3	0.090
4	0.077
5	0.038
6	0.034



Modo 1(Longitudinal), T = 0.19 seg.



Modo 2 (Transversal), T = 0.10 seg.



Modo 1(Torsional), T = 0.09 seg.

#### 4.4.2 Factores de participación modal

De acuerdo con los requerimientos de la Norma E.030-2003, señala que se deberán considerar aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la masa de la estructura.

- **Módulo de 4 Niveles**

Para este módulo se han considerado 12 modos llegando a tener más del 90% de la masa de la estructura ver tabla N° 4.8.

**Tabla 4.8:** Factores de masa participante por cada modo

MODO	Dirección X		Dirección Y	
	% Masa	% Masa Acum.	% Masa	% Masa Acum.
1	66.23	66.23	0.22	0.22
2	0.21	66.44	74.40	74.62
3	0.21	66.66	0.08	74.70
4	5.64	72.30	0.01	74.71
5	0.30	72.60	0.00	74.72
6	0.15	72.74	0.01	74.72
7	2.09	74.83	0.00	74.72
8	0.00	74.83	15.12	89.85
9	0.06	74.89	7.31	97.16
10	5.30	80.20	0.20	97.36
11	0.24	80.44	2.36	99.72
12	16.91	97.35	0.01	99.73

- **Módulo Piba 87 - 2 Niveles**

Para este módulo se han considerado 6 modos llegando a tener más del 90% de la masa de la estructura ver tabla N° 4.9.

Tabla 4.9: Factores de masa participante por cada modo

MODO	Dirección X		Dirección Y	
	% Masa	% Masa Acum.	% Masa	% Masa Acum.
1	93.30	93.30	0.00	0.00
2	0.00	93.30	94.65	94.65
3	1.16	94.46	0.00	94.65
4	5.49	99.95	0.00	94.65
5	0.00	99.95	5.35	100.00
6	0.05	100.00	0.00	100.00

#### 4.4.3 Análisis de desplazamientos y distorsiones

El espectro de diseño es procesado por ETABS determinando los desplazamientos absolutos y relativos producidos por la acción sísmica. Los resultados de desplazamientos y distorsiones máximas por sismo, del módulo de 4 niveles, en cada nivel y por cada dirección de análisis son presentados en las tablas N° 4.10 y N° 4.11 (Gráfico N° 4.9); para el módulo Piba 87-2 Niveles, son presentados en las tablas N° 4.12 y N° 4.13 (Gráfico N° 4.10).

Los gráficos N° 4.9 y N° 4.10, relacionan los valores de distorsión máxima por cada nivel con los niveles de daño a los que estarían sometidos los elementos de las estructuras.

Los índices de daño son valores propuestos basados en resultados de experimentales en estructuras de mampostería de ladrillo durante los últimos 15 años y el comportamiento de estructuras esenciales en los últimos sismos ocurridos en el Perú (Nazca 1996 y Arequipa 2001) [26]; “Reconocimiento del daño estructural en estructuras de Mampostería”, ver anexos VI.

- **Distorsiones de entrepiso del Módulo de 4 Niveles:** (ver Gráfico N° 4.9)

Tabla 4.10: Respuesta al sismo en la dirección X-X  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	0.1	0.0	0.6/1000	0.1/1000
2	0.9	0.1	3.0/1000	0.6/1000
3	1.5	0.1	2.7/1000	0.4/1000
4	2.0	0.1	2.1/1000	0.2/1000

Tabla 4.11: Respuesta al sismo en la dirección Y-Y  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	0.0	0.2	0.1/1000	0.6/1000
2	0.1	0.6	0.2/1000	1.6/1000
3	0.1	1.0	0.2/1000	1.5/1000
4	0.1	1.3	0.1/1000	1.3/1000

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "X" tiene un valor de 3/1000 (ver tabla N° 4.6), lo permisible es de 7/1000.

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "Y" tiene un valor de 1.6/1000 (ver tabla N° 4.7), lo permisible es de 5/1000.

- **Distorsiones de entrepiso del Módulo de 2 Niveles:** (ver Gráfico N° 4.10)

**Tabla 4.12:** Respuesta al sismo en la dirección X-X  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	0.90	0.001	2.7/1000	0.54/1000
2	1.37	0.002	2.2/1000	0.44/1000

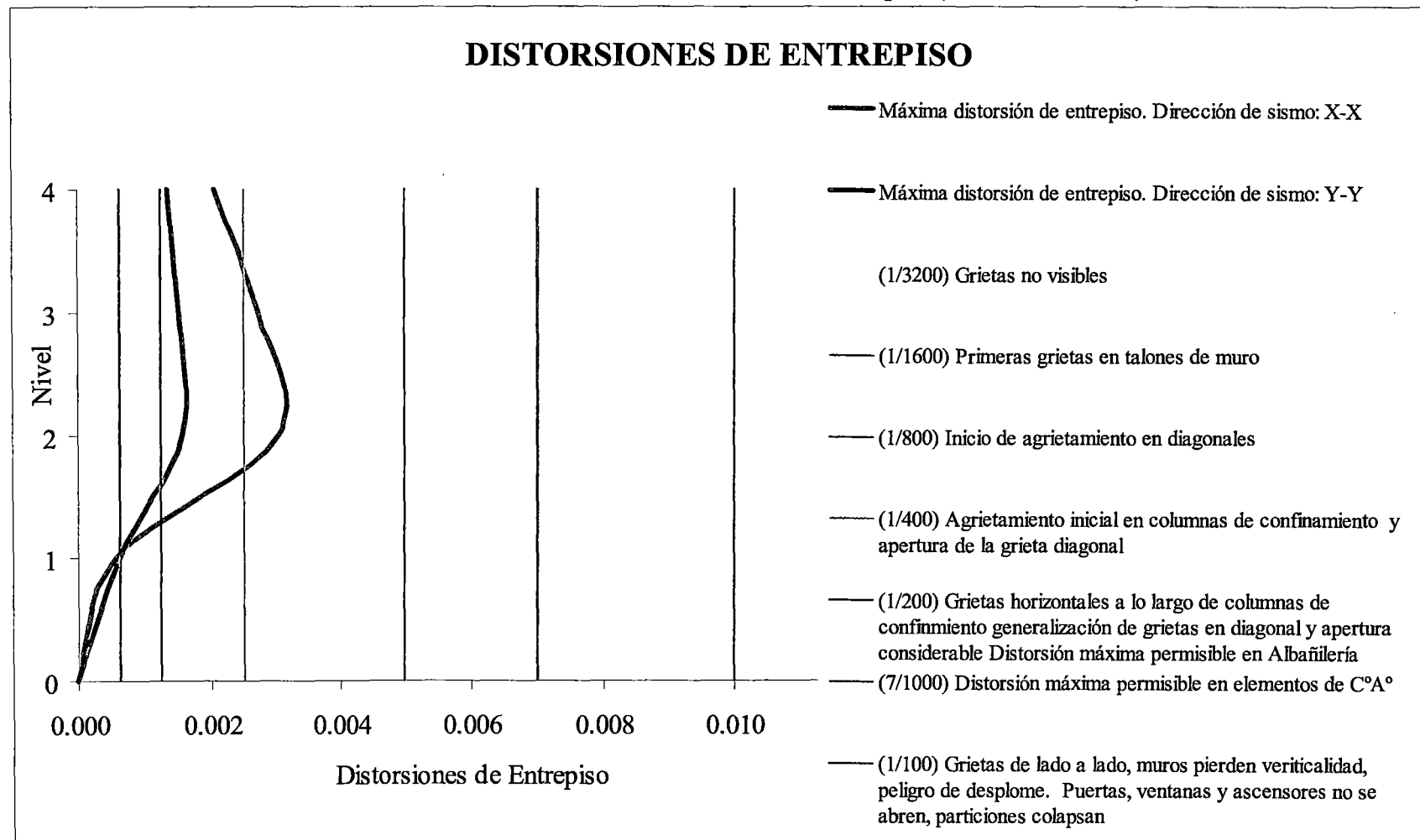
**Tabla 4.13:** Respuesta al sismo en la dirección Y-Y  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	0.002	0.3	0.005/1000	0.76/1000
2	0.002	0.4	0.032/1000	0.64/1000

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "X" tiene un valor de 2.7/1000 (ver tabla N° 4.8), lo permisible es de 7/1000.

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "Y" tiene un valor de 0.76/1000 (ver tabla N° 4.9), lo permisible es de 5/1000.

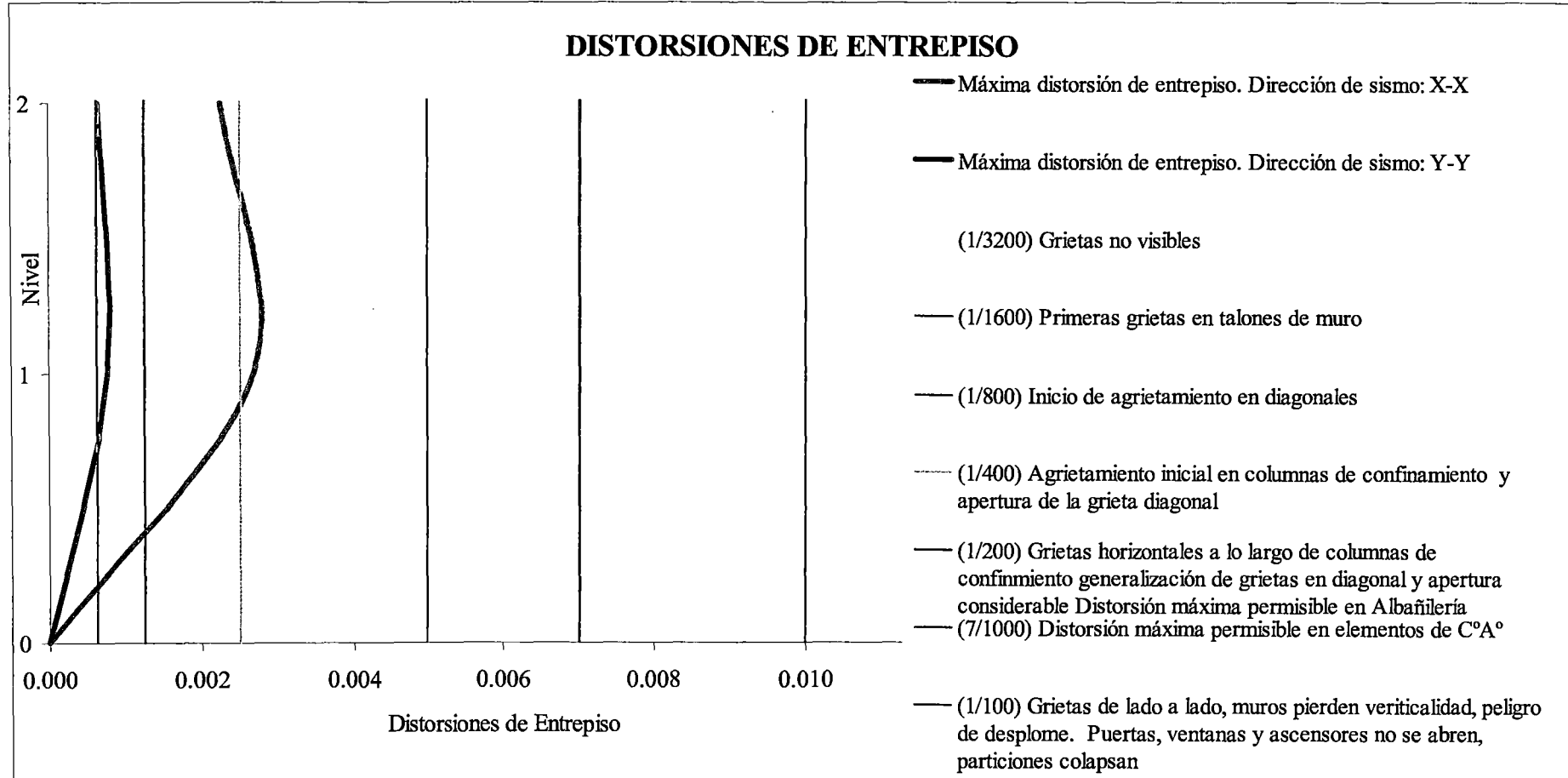
Gráfico 4.9: Distorsiones Máximas de Entrepiso (Módulo 4 Niveles)



Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el Distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006

Tesista: Bach. Ing° Danner Aleksei Juape Chamaya

Gráfico 4.10: Distorsiones Máximas de Entrepiso (Módulo 2 Niveles)



#### 4.5 Análisis comparativo de Demanda y Resistencia sísmica

Se entiende que la Capacidad es sinónimo de Resistencia de la estructura y la Demanda Sísmica es la solicitud a que será expuesta la estructura ante la ocurrencia de un sismo. En el presente estudio el nivel de demanda a la que la estructura estará sometida será de acuerdo a las parámetros que establece la Norma Sismorresistente E.030-2003 (ver Ítem 4.3).

Para esta demanda se realizaron análisis espectrales utilizando ETABS. En el análisis de la demanda se consideró la influencia de muros no estructurales, el no considerar estos muros es evidente que en el modelo se causaría una subestimación de la capacidad estructural.

La presencia de alféizares (elementos no-estructurales), representa un significativo aporte de rigidez en el sentido que están colocados; sin embargo cuando se analiza éstos elementos de albañilería, éstos no resisten la demanda sísmica establecida por la norma E.030-2003.

Finalmente la Resistencia es comparada con la Respuesta Espectral de la estructura para las condiciones mencionadas.

Para estas edificaciones en el sentido del “eje Y” se tienen muros de albañilería confinada, para estos elementos estructurales de acuerdo a lo que establece la Norma de Albañilería E-070, se calcula el *esfuerzo cortante admisible* y se compara con el *esfuerzo cortante actuante*.

##### a) Esfuerzo cortante admisible ( $V_{adm}$ )

$$V_{adm} = 1.8 + 0.18 F_d \leq 3.3 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cuando se usa mortero con cal...Ecuación 4.5}$$

$$V_{adm} = 1.2 + 0.18 F_d \leq 2.7 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cuando se usa mortero sin cal ...Ecuación 4.6}$$

Donde:

$F_d$ : Esfuerzo de compresión causado por cargas muertas en  $\text{kg/cm}^2$

##### b) Esfuerzo cortante actuante ( $V_{act}$ )

$$V_{act} = V/l \times t \quad \dots\text{Ecuación 4.7}$$

Donde:

V: Cortante actuante en el muro en (kg.), este valor es determinado con el programa ETABS.

l: Longitud del muro en (cm.)

t: Espesor efectivo del muro en (cm.)

Finalmente, de la comparación se determina:

Si:  $V_{adm} > V_{act}$  no se produce fisuración en el muro.

Si:  $V_{adm} < V_{act}$  se produce fisuración en el muro.

Para el segundo caso, se debe de optar por:

1°) Aumentar el espesor del muro

2°) Hacer algunos de muros de C°A° (Placas), con el cual se tendría que hacer un nuevo análisis de distribución de fuerzas.

#### • Módulo de 4 Niveles

El ETABS analiza los muros de albañilería con una función denominada PIER, ésta se asignan a los muros dentro del proceso de ejecución del mismo.

**Tabla 4.14:** Comparación de esfuerzos en los muros de albañilería (Muro Lateral Derecho)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
4	P2	1.83	0.57	ok
3	P2	1.94	1.40	ok
2	P2	2.08	1.91	ok
1	P2	1.97	0.50	ok

**Tabla 4.15:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería (Muro Central Derecho)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
4	P3	1.85	0.98	ok
3	P3	1.99	1.83	ok
2	P3	2.15	2.12	ok
1	P3	1.97	0.37	ok

**Tabla 4.16:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería (Muro Central Izquierdo)

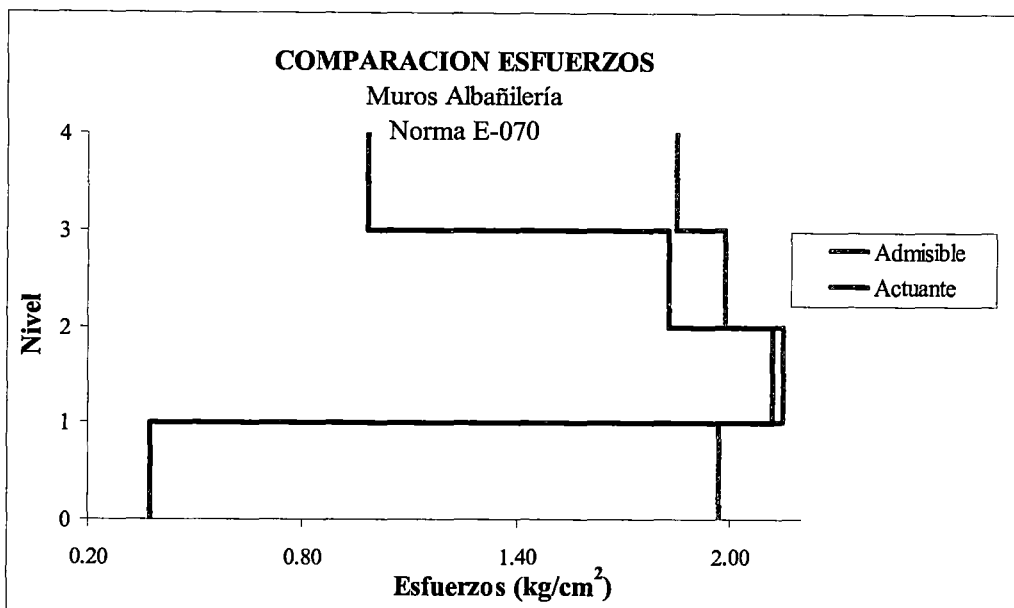
Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
4	P4	1.85	0.95	ok
3	P4	1.99	1.79	ok
2	P4	2.15	2.08	ok
1	P4	1.97	0.37	ok

**Tabla 4.17:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería (Muro Lateral Izquierdo)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
4	P5	1.83	0.53	ok
3	P5	1.94	1.37	ok
2	P5	2.09	1.83	ok
1	P5	1.98	0.51	ok



Gráfico 4.11: Comparación de esfuerzos en el muro central izquierdo



- **Módulo Piba 87 – 2 Niveles**

**Tabla 4.18:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería  
(Muro Lateral Izquierdo)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
2	P1	1.23	0.73	OK
1	P1	1.34	1.52	Rehabilitar

**Tabla 4.19:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería  
(Muro Central)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
2	P2	1.27	0.78	OK
1	P2	1.46	1.55	Rehabilitar

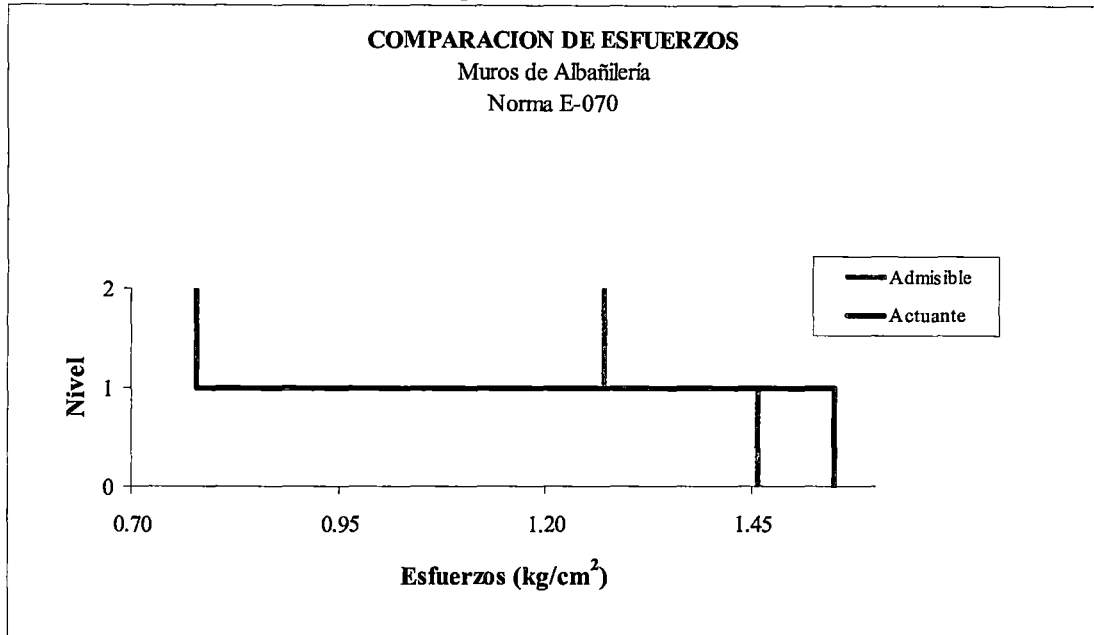
**Tabla 4.20:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería  
(Muro Lateral Derecho)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
2	P3	1.23	0.72	OK
1	P3	1.36	1.53	Rehabilitar

**Tabla 4.21:** Comparación de esfuerzos en muros de albañilería  
(Muro Posterior)

Piso	Pier	Es fuerza		Condición
		Admisible	Actuante	
2	P4	1.32	1.36	Rehabilitar
1	P4	1.52	3.03	Rehabilitar

Gráfico 4.12: Comparación de esfuerzos en el muro central



En el módulo de 4 niveles se escoge el muro más cargado de la estructura y se obtiene el gráfico N° 4.11, aquí puede observar que la estructura tiene un comportamiento de resistencia aceptable, puesto que el esfuerzo de corte admisible es mayor que el actuante en todos los niveles. En el módulo de 2 niveles se escoge el muro central que es divisorio de las aulas y se obtiene el gráfico N° 4.12, donde se observa que en el primer nivel el esfuerzo de corte actuante es mayor que el admisible, esto trae como consecuencia un agrietamiento en el muro.

Como el análisis de resistencia por esfuerzos admisibles en el módulo Piba-87, arroja como resultado que habría problemas en todos los muros principales de albañilería del primer nivel (ver tablas 4.18, 4.19, 4.20). Ante esto se opta por realizar un análisis de Cortantes por Demanda con los Cortantes Resistentes Últimos de la estructura, con el fin de comparar los resultados obtenidos del análisis anterior.

Para tal efecto se determinó el nivel de carga axial para la combinación de cargas más desfavorable. Utilizando el programa PCACOL versión 2.3 de Portland Cement Association, se determinó para el nivel de carga axial esperado el momento flector a partir de la superficie de interacción que proporciona el programa. Una vez conocido el momento en cada columna  $i$  se determina la capacidad al corte por flexión ( $Q_{mu_i}$ ). Luego calculamos la capacidad de corte

por cortantes ( $Q_{su_i}$ ) de cada columna  $i$ . Se tomará como la resistencia al corte de cada columna  $i$  ( $R_{c_i}$ ) el que resulte menor entre  $Q_{mu_i}$  y  $Q_{su_i}$ . Así:

$$\text{Si } Q_{mu_i} > Q_{su_i} \implies R_{c_i} = Q_{su_i}$$

$$\text{Si } Q_{mu_i} < Q_{su_i} \implies R_{c_i} = Q_{mu_i}$$

Asumiendo un mecanismo de falla tipo panel (viga fuerte – columna débil), y una vez conocidos los cortantes resistentes en cada columna ( $R_{c_i}$ ) es posible conocer la RESISTENCIA teórica de cada entrepiso  $j$  ( $R_{c_j}$ )

$$R_{c_j} = \sum_{i=1}^{i=n} R_{c_i} \quad \dots \dots \text{Ecuación 4.8}$$

Donde:

$n$  : número de columnas del piso  $j$

Resistencia al corte de los muros de albañilería ( $V_m$ )

Se calculará en el entrepiso según la siguiente ecuación:

$$V_m = 0.5 * v'_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \quad \dots \text{Ecuación 4.9}$$

$v'_m$  = resistencia característica a corte de la albañilería (Proyecto de Norma Técnica de Edificación E.070, ver 5.1.8 y 5.1.9).

$P_g$  = carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente)

$t$  = espesor efectivo del muro

$L$  = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

$\alpha$  = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez ( $\alpha = 1$ )

En la tabla N° 4.22 se presentan los cortantes últimos resistentes para el módulo Piba-87, calculado según la relación 4.7.

**Tabla 4.22:** Cortantes últimos en los muros portantes de albañilería Modulo Piba-87 (DIR Y - Y)

	P1			P2			P3			TOTAL
	$v'_m$		$\text{kg/cm}^2$	$v'_m$		$\text{kg/cm}^2$	$v'_m$		$\text{kg/cm}^2$	
NIVEL 01	$\alpha$	1.0		$\alpha$	1.0		$\alpha$	1.0		
	$t$	25	cm	$t$	25	cm	$t$	25	cm	
	$L$	625	cm	$L$	625	cm	$L$	625	cm	
	$P_g$	12271.7	kg	$P_g$	22467.07	kg	$P_g$	13548.15	kg	
	$V_m$	42666.2	kg	$V_m$	45011.2	kg	$V_m$	42959.8	kg	
	$V_m$	42.7	tn	$V_m$	45.0	tn	$V_m$	43.0	tn	
									130.6	tn
NIVEL 02	$v'_m$	5.1	$\text{kg/cm}^2$	$v'_m$	5.1	$\text{kg/cm}^2$	$v'_m$	5.1	$\text{kg/cm}^2$	
	$\alpha$	1.0		$\alpha$	1.0		$\alpha$	1.0		
	$t$	25	cm	$t$	25	cm	$t$	25	cm	
	$L$	625	cm	$L$	625	cm	$L$	625	cm	
	$P_g$	2259.5	kg	$P_g$	6295.1	kg	$P_g$	2535.78	kg	
	$V_m$	40363.4	kg	$V_m$	41291.6	kg	$V_m$	40427.0	kg	
	$V_m$	40.4	tn	$V_m$	41.3	tn	$V_m$	40.4	tn	
									122082.0	kg
									122.1	tn

Los resultados del análisis para la demanda del sismo establecido por la norma E.030, son presentados en la tabla N° 4.23, así como en las figuras N° 4.13 y N° 4.14 para ambas direcciones de la excitación sísmica, donde se observan los valores del cortante máximo al que la estructura estaría sometido en un evento como éste. Los valores del “cortante de demanda” son comparados con los valores de “cortantes por resistencia de la estructura” hallados según lo explicado anteriormente.

Estos resultados (ver gráfico N° 4.14) muestran que la estructura no sería vulnerable para este tipo de demanda en ambos niveles, ya que los valores de demanda se encuentran por debajo del valor en el que se alcanzaría la capacidad máxima o resistencia de la estructura.

**Tabla 4.23:** Comparación cortantes Demanda Resistencia

NIVEL	DIRECCIÓN X – X		DIRECCIÓN Y – Y	
	DEMANDA	CORTANTE ULTIMO	DEMANDA	CORTANTE ULTIMO
1	54877.41	76495.16	74168.51	130637.24
2	25915.08	71207.76	36094.45	122082.04

El gráfico N° 4.13 y 4.14, presentan la comparación entre la Demanda y Resistencia por cortantes últimos de la estructura, para las direcciones de análisis “X” e “Y” respectivamente.

**Gráfico 4.13:** Comparación Demanda Resistencia dirección X-X

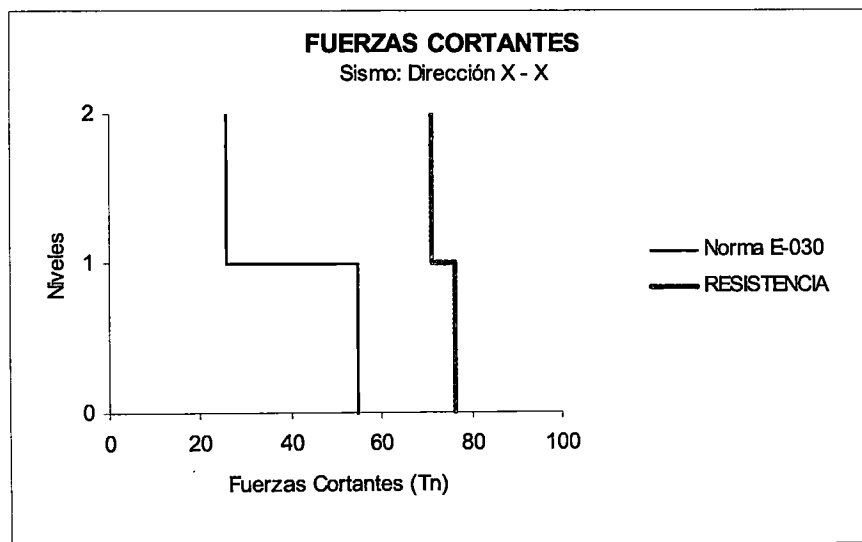
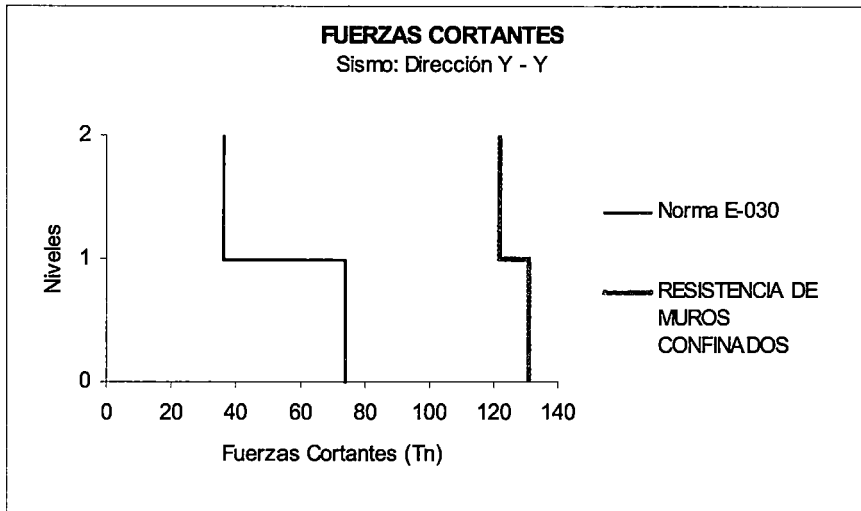


Gráfico 4.14: Comparación Demanda Resistencia dirección Y-Y



Este módulo en su parte posterior (ver foto N° 4.3) presenta ventanas bastante altas, producidas por alféizares bastante altos, estos son hechos de albañilería que no están aislados de las columnas que conforman los pórticos en la dirección “X”. Este error de construcción da lugar a que se origine un problema por “columna corta” cuando la edificación se encuentre sometido a movimientos sísmicos.

Foto N° 4.3: Parte posterior módulo Piba 87



El problema de columna corta se produce cuando, al ocurrir el sismo, la losa aligerada del techo arrastra lateralmente a la columna haciéndola chocar contra la parte superior del alféizar (elemento más rígido que la columna); ésta acción genera una gran distorsión angular en la zona libre de la columna (columna corta) causando su falla por fuerza cortante. Luego al degradarse su rigidez lateral, la columna termina aplastándose por el hecho de soportar cargas verticales que se tornan excéntricas por el excesivo desplazamiento lateral.

Finalmente los dos análisis realizados tanto por Esfuerzos Admisibles en muros y por Resistencia de la estructura, coinciden en que se ocasionará problemas en le módulo de 2 niveles.

Por lo tanto para prevenir y adelantarnos a un problema futuro se deberá realizar el reforzamiento de la estructura, que consistirá en la rigidización de la misma con muros de C°A°.

#### 4.6 Determinación de la Vulnerabilidad

##### Módulo de 4 Niveles

Esta estructura no es vulnerable para las condiciones de un sismo que establece la Norma sismorresistente E.030-2003.

##### Módulo Piba 87-2 Niveles

Esta estructura es vulnerable para las condiciones del sismo que establece la Norma sismorresistente E.030-2003. Por tanto se optará por el reforzamiento estructural del módulo.

##### Daños Estimados

Estos son estimados de acuerdo a la referencia [26], a continuación se presentan los daños estimados para las edificaciones analizadas:

- **Módulo de 4 Niveles**

De acuerdo al grafico 4.9, se presentan las tablas 4.24 y 4.25:

Tabla 4.24: Daños por nivel. Dir. X-X. Módulo 4 Niveles.

Daño	Nivel			
	1	2	3	4
Grietas no visibles	X	X	X	X
Primeras grietas en talones de muro		X	X	X
Inicio de agrietamiento en diagonales		X	X	X
Agrietamiento inicial en columnas de confinamiento y apertura de la grieta diagonal		X	X	

Tabla 4.25: Daños por nivel. Dir. Y-Y. Módulo 4 Niveles.

Daño	Nivel			
	1	2	3	4
Grietas no visibles	X	X	X	X
Primeras grietas en talones de muro		X	X	X
Inicio de agrietamiento en diagonales		X	X	X

Finalmente los dos análisis realizados tanto por Esfuerzos Admisibles en muros y por Resistencia de la estructura, coinciden en que se ocasionará problemas en le módulo de 2 niveles.

Por lo tanto para prevenir y adelantarnos a un problema futuro se deberá realizar el reforzamiento de la estructura, que consistirá en la rigidización de la misma con muros de C°A°.

#### 4.6 Determinación de la Vulnerabilidad

##### Módulo de 4 Niveles

Esta estructura no es vulnerable para las condiciones de un sismo que establece la Norma sismorresistente E.030-2003.

##### Módulo Piba 87-2 Niveles

Esta estructura es vulnerable para las condiciones del sismo que establece la Norma sismorresistente E.030-2003. Por tanto se optará por el reforzamiento estructural del módulo.

##### Daños Estimados

Estos son estimados de acuerdo a la referencia [26], a continuación se presentan los daños estimados para las edificaciones analizadas:

- **Módulo de 4 Niveles**

De acuerdo al grafico 4.9, se presentan las tablas 4.24 y 4.25:

Tabla 4.24: Daños por nivel. Dir. X-X. Módulo 4 Niveles.

Daño	Nivel			
	1	2	3	4
Grietas no visibles	X	X	X	X
Primeras grietas en talones de muro		X	X	X
Inicio de agrietamiento en diagonales		X	X	X
Agrietamiento inicial en columnas de confinamiento y apertura de la grieta diagonal		X	X	

Tabla 4.25: Daños por nivel. Dir. Y-Y. Módulo 4 Niveles.

Daño	Nivel			
	1	2	3	4
Grietas no visibles	X	X	X	X
Primeras grietas en talones de muro		X	X	X
Inicio de agrietamiento en diagonales		X	X	X

- **Módulo Piba 87 – 2 Niveles (Reforzado)**

De acuerdo al gráfico 5.10 (ver capítulo V), se presentan las tablas 4.26 y 4.27:

**Tabla 4.26:** Daños por nivel. Dir. X-X Módulo PIBA 87

Daño	Nivel	
	1	2
Grietas no visibles	X	X
Primeras grietas en talones de muro	X	X
Inicio de agrietamiento en diagonales	X	X
Agrietamiento inicial en columnas de confinamiento y apertura de la grieta diagonal	X	X
Grietas horizontales a lo largo de columnas de confinamiento, generalización de grietas en diagonal y apertura considerable		X

**Tabla 4.27:** Daños por nivel. Dir. Y-Y. Módulo PIBA 87

Daño	Nivel	
	1	2
Grietas no visibles		X

#### 4.7 Estimación del Riesgo Sísmico

El análisis del Riesgo Sísmico se hará bajo la hipótesis de daño [26] que sufrirán las edificaciones, que en este caso son el Módulo de 04 Niveles y Módulo Piba 87-Reforzado.

De acuerdo al daño estimado que sufrirán dichas edificaciones (ver gráficos 4.9 y 5.10) se realizará un análisis de costos unitarios para determinar el costo de reposición de las mismas (ver Anexos VI, procedimientos de reparación de fisuras en concreto).

Para distorsiones comprendidas entre  $1/3200$  y  $1/1600$ , los daños ocasionados se llegan a resanar con aplicación de resina epóxica; para distorsiones entre  $1/800$  y  $1/200$ , los trabajos de reparación ya incluyen el picado de zonas afectadas y el relleno de las mismas con mortero epóxico; finalmente para distorsiones entre  $7/1000$  y  $1/100$ , en los trabajos de reparación es necesario la inclusión de acero de refuerzo para rehacer la zona afectada; al respecto ver Tabla 4.28.

##### a) Procedimientos de Reparación (reposición).

Seguidamente se menciona los procedimientos de reparación según sea el valor de distorsión que presente la edificación.

##### a.1 Reparación de concreto con colocación de resina epóxica (para distorsiones entre: $1/3200$ - $1/1600$ )

Si el elemento estuviera cubierto por una resina epóxica que debido a su baja viscosidad (mucho menor a la del agua) penetrara hasta los poros más finos del concreto obtendríamos que esta “pintura” dotaría a dicho elemento de una nueva



propiedad que le permitiría (como sucede con los cristales antibalas) repartir las cargas de manera uniforme. En este caso el esfuerzo cortante o flexión no se aplicaría puntualmente sino de manera uniforme en la longitud del elemento.

**Tabla 4.28:** Reparaciones en elementos estructurales

Item	Distorsión	Elemento a reparar	Materiales para reparación	Forma de reparación
1	1/3200 - 1/1600	muros y/o columnas	resina epóxica	Colocación de resina epóxica; sólo le retorna la capacidad del concreto a la compresión en un elemento que obviamente al fisurarse fue sometido a esfuerzos de torsión, flexión o cortante. Si la edificación vuelve a ser sometida a tal esfuerzo (por otro sismo) existe la alta probabilidad que el daño se repita, pues la resina sólo está trabajando a la compresión y de ninguna manera le ha otorgado otras cualidades al elemento reparado para soportar esfuerzos diferentes.
2	1/800 - 1/200	muros y/o columnas	mortero epóxico	Inyectar resina epóxica o hacer un corte en (V) en la zona agrietada, limpiar con chorro de arena y humedecer, colocar encofrado con llenador con rebalse, rellenar con un sellador, posteriormente revestir con mortero epóxico y pintar con adhesivo epóxico; retirar a las 24 horas el moldaje del llenador y eliminar el excedente de concreto. (ver figura 4.3)
3	7/1000 - 1/100	muros y/o columnas	concreto armado	Rehacer volumen o elemento completo. Descargar el elemento, picar faja de 20 cm. de ancho centrada con relación a la grieta; colocar armadura en cadena con $4\phi$ 1/2" y estribos de 1/4" @ 20cm; limpiar, humedecer, colocar encofrado, grava e inyectar mortero epóxico, para $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ; desencofrar después de 7 días; curado húmedo. (ver figuras 4.4 y 4.5)

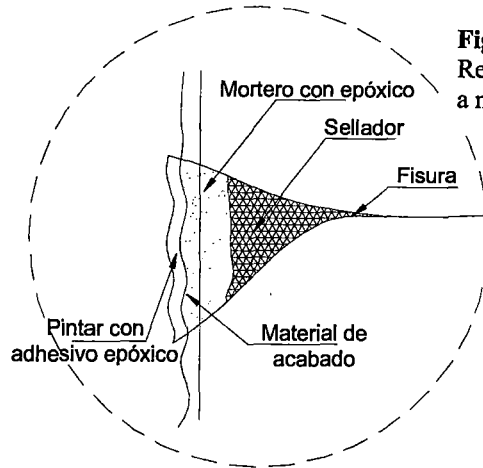
### a. 2 Reparación de concreto con morteros pre-dosificados (para distorsiones entre: 1/800 - 1/200)

Los morteros predosificados, son a base de cemento hidráulico, áridos de granulometría y composición determinada según el producto. La preparación del mortero predosificado en el sitio de la construcción se limita a la adición de agua (ej. Sika Grout 212), y/o la mezcla de la parte líquida con la parte en polvo de los morteros de reparación (SikaTop 122). La ventaja de utilizar un mortero predosificado, se da por su velocidad de aplicación dado que el mortero está diseñado con todos sus ingredientes incorporados para satisfacer la necesidad particular que se requiera.

Los morteros con propiedades expansivas se utilizan siempre en espacios confinados, como son: anclaje, rellenos, inyecciones y **reparaciones de grietas**. Las grietas o fisuras se abren previamente hasta un ancho de 4-5 cm. Por ser productos que contienen cemento en su composición, se deberá tener en cuenta un proceso de curado cuidadoso. La Figura N° 4.3 muestra esquemáticamente el proceso.

Productos:

- Sikagrout 212
- SikaTop 122

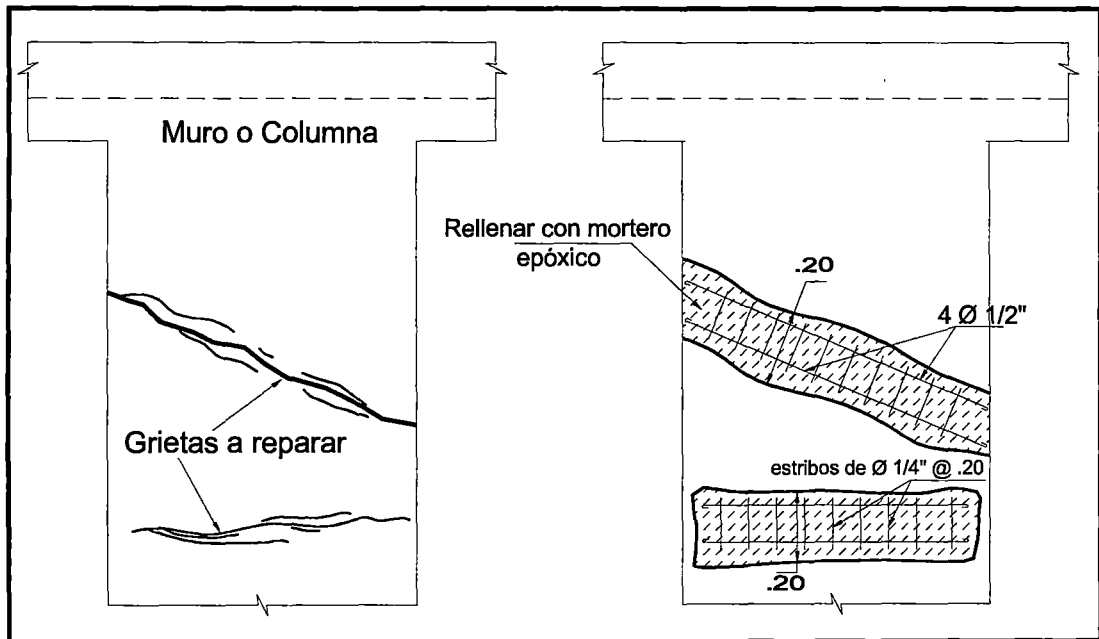


**Figura N° 4.3:**  
Reparación de fisuras  
a nivel no-estructural

**a. 3 Reparación de fallas en muros o columnas (para distorsiones entre: 7/1000 – 1/100).**

En la Figura 4.4, se detalla gráficamente la reparación para muros de concreto armado.

**Figura N° 4.4:** Reparación de muros o columnas de concreto armado

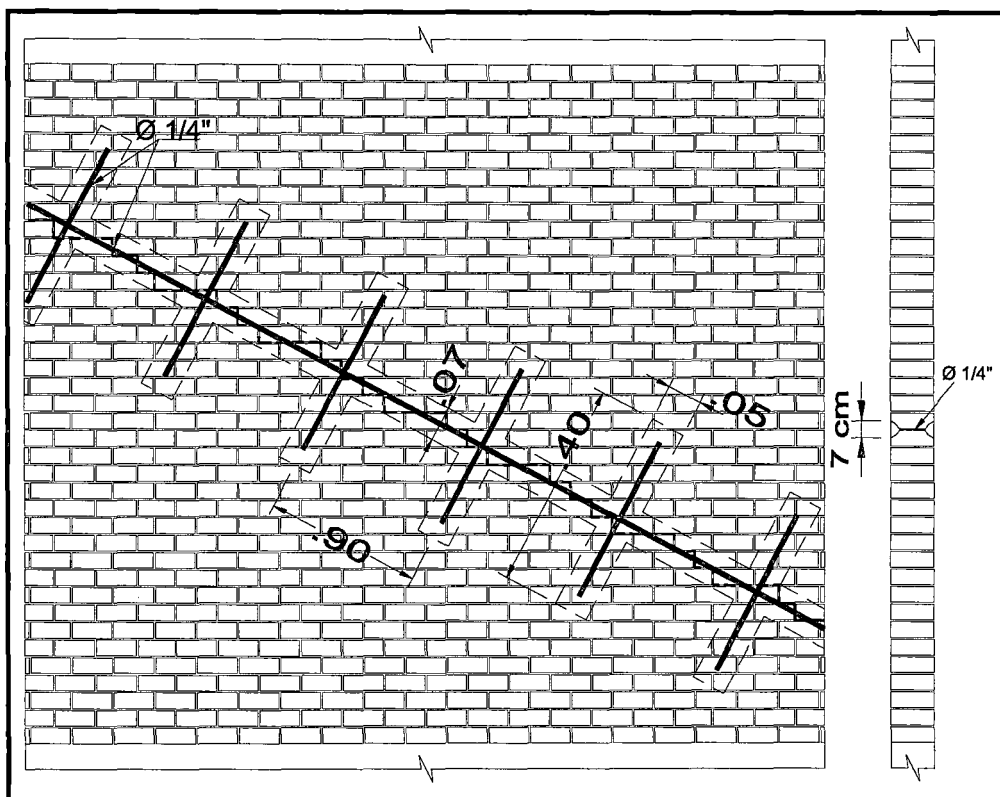


En la Figura 4.5, se presenta un esquema de una de las diferentes formas de reparación de los muros de albañilería. El procedimiento a seguir se detalla a continuación:

- i. Picar la grieta en ambos lados en (V), aproximadamente de 5x5 cm. a 7x7 cm.
- ii. Colocar el acero de  $\phi 1/4''$  de 40 cm. de longitud normal al eje a cada lado del muro.
- iii. Limpiar, humedecer, colocar en el fondo de las canalizaciones una barra de  $\phi 1/4''$ . Asegurar con grapas.

## iv. Rellenar con mortero, mezcla 1:4.

Figura N° 4.5: Reparación de muros de albañilería



## b) Costos Referenciales de Reparaciones (reposición) [37]

Para los módulos de 04 Niveles y Piba-87 (Reforzado), se ha elaborado un presupuesto referencial de reparación, de los principales daños que sufrirán dichas estructuras; también se presentan los análisis de costos unitarios.

**Módulo de 04 Niveles (distorsión entre: 1/3200-1/1600)**

En las tablas N° 4.29 y 4.30, se presenta un aproximado del total de fisuras (en metros lineales) a producirse en muros y columnas respectivamente (criterio de experto) [37], para la referente distorsión.

**Tabla 4.29:** Fisuras a producirse en muros para una distorsión entre: 1/3200-1/1600

(Módulo de 04 niveles)

Nivel	Alféizar (total paños)	Muros (total paños)	Fisuras en Alféizar (m)	Fisuras en muros (m)	Longitud fisuras parcial (m)
1	6	5	1.0	2.0	16.0
2	12	8	1.0	2.0	28.0
3	12	8	1.0	2.0	28.0
4	12	8	1.0	2.0	28.0
<b>Total (m):</b>					<b>100.0</b>

**Tabla 4.30:** Fisuras a producirse en columnas para una distorsión entre: 1/3200-1/1600**(Módulo de 04 niveles)**

Nivel	Tipo de columna	Nº veces	Long. Fisura parcial (m)	Total (m):
1	25x40	8	4.0	10.5
	50x40	5	5.0	
	25x25	3	1.5	
2	50x40	10	10.0	14.0
	25x40	8	4.0	
3	50x40	10	10.0	14.0
	25x40	8	4.0	
4	50x40	10	10.0	14.0
	25x40	8	4.0	

**Módulo Piba – 87 (reforzado)** (distorsión entre: 1/3200-1/1600)

En las tablas N° 4.31 y 4.32, se presenta un aproximado del total de fisuras (en metros lineales) a producirse en muros y columnas respectivamente (criterio de experto) [37], para la referente distorsión.

**Tabla 4.31:** Fisuras a producirse en muros para una distorsión entre: 1/3200-1/1600**(Módulo Piba - 87)**

Nivel	Alféizar (total paños)	Muros (total paños)	Fisuras en Alféizar (m)	Fisuras en muros (m)	Longitud fisuras parcial (m)
1	8	2	1.0	2.0	12.0
2	8	2	1.0	2.0	12.0
<b>Total (m):</b>					<b>24.0</b>

**Tabla 4.32:** Fisuras a producirse en columnas para una distorsión entre: 1/3200-1/1600**(Módulo Piba - 87)**

Nivel	Tipo de columna	Nº veces	Long. Fisura parcial (m)	Total (m):
1	25x15	16	8.0	21.3
	25x40	6	3.0	
	25x25	3	1.5	
	110x40	4	8.8	
2	25x15	16	8.0	21.3
	25x40	6	3.0	
	25x25	3	1.5	
	110x40	4	8.8	

**Módulo de 04 Niveles** (distorsión entre: 1/800-1/200)

En las tablas N° 4.33 y 4.34, se presenta un aproximado del total de fisuras (en metros lineales) a producirse en muros y columnas respectivamente (criterio de experto) [37], para la referente distorsión.

**Tabla 4.33:** Fisuras a producirse en muros para una distorsión entre: 1800-1/200**(Módulo de 04 niveles)**

Nivel	Alféizar (total paños)	Muros (total paños)	Fisuras en Alféizar (m)	Fisuras en muros (m)	Longitud fisuras parcial (m)
1	6	5	1.5	3.0	24.0
2	12	8	1.5	3.0	42.0
3	12	8	1.5	3.0	42.0
4	12	8	1.5	3.0	42.0
Total (m):					150.0

**Tabla 4.34:** Fisuras a producirse en columnas para una distorsión entre: 1800-1/200**(Módulo de 04 niveles)**

Nivel	Tipo de columna	Nº veces	Long. Fisura parcial (m)	Total (m):
1	25x40	8	12.4	27.7
	50x40	5	11.5	
	25x25	3	3.8	
2	50x40	10	23.0	35.4
	25x40	8	12.4	
3	50x40	10	23.0	35.4
	25x40	8	12.4	
4	50x40	10	23.0	35.4
	25x40	8	12.4	

**Módulo Piba – 87 (reforzado) (distorsión entre: 1/800-1/200)**

En las tablas N° 4.35 y 4.36, se presenta un aproximado del total de fisuras (en metros lineales) a producirse en muros y columnas respectivamente (criterio de experto) [37], para la referente distorsión.

**Tabla 4.35:** Fisuras a producirse en muros para una distorsión entre: 1800-1/200**(Módulo Piba - 87)**

Nivel	Alféizar (total paños)	Muros (total paños)	Fisuras en Alféizar (m)	Fisuras en muros (m)	Longitud fisuras parcial (m)
1	8	2	1.5	3.0	18.0
2	8	2	1.5	3.0	18.0
Total (m):					36.0

**Tabla 4.36:** Fisuras a producirse en columnas para una distorsión entre: 1800-1/200**(Módulo Piba - 87)**

Nivel	Tipo de columna	Nº veces	Long. Fisura parcial (m)	Total (m):
1	25x15	16	16.8	46.3
	25x40	6	9.3	
	25x25	3	3.8	
	110x40	4	16.4	
2	25x15	16	16.8	46.3
	25x40	6	9.3	
	25x25	3	3.8	
	110x40	4	16.4	

### Hoja resumen

---

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Localización** 150128 RIMAC  
**Fecha Al** 01/07/2004

---

#### Presupuesto base

01	REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/3200-1/1600)	1,249.67
02	REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)	3,403.90
03	REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)	143.37

<b>MONTO PRESUPUESTO BASE</b>	<b>S/.</b>	<b>4,796.94</b>
-------------------------------	------------	-----------------

SON : CUATRO MIL SETECIENTOS NOVENTISEIS Y 94/100

<b>MATERIALES</b>	<b>S/.</b>	<b>1,998.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>S/.</b>	<b>1,296.01</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>S/.</b>	<b>65.14</b>

COSTO DIRECTO	3,359.20
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)	671.84
	-----
SUBTOTAL	4,031.04
IGV	765.90
	-----
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>4,796.94</b>

Nota : Los costos unitarios sin I.G.V. son vigentes al : 01/07/2004

**Presupuesto**

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Fórmula** 01 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/3200-1/1600)  
**Cliente** INFES **Tarjeta** 0001 **Costo al** 01/07/2004  
**Departamento** LIMA **Provincia** LIMA **Distrito** RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>REPARACION DE GRIETAS NO VISIBLES</b>						
01.01.00	REPARACION DE GRIETAS NO VISIBLES	M	66.60	13.14	875.12		875.12
	COSTO DIRECTO						875.12
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						175.02
	SUBTOTAL						1,050.14
	IGV						199.53
	PRESUPUESTO TOTAL						1,249.67

**SON : UN MIL DOSCIENTOS CUARENTINUEVE Y 67/100 NUEVOS SOLES**

### Presupuesto

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Fórmula** 02 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)  
**Cliente** INFES **Tarjeta** 0001 **Costo al** 01/07/2004  
**Departamento** LIMA **Provincia** LIMA **Distrito** RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)</b>						
01.01.00	REPARACION DE GRIETAS	M	128.50	18.55	2,383.68		2,383.68
	COSTO DIRECTO						2,383.68
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						476.74
	SUBTOTAL						2,860.42
	IGV						543.48
	PRESUPUESTO TOTAL						3,403.90

**SON : TRES MIL CUATROCIENTOS TRES Y 90/100 NUEVOS SOLES**



### Presupuesto

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Fórmula** 03 REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)  
**Cliente** INFES **Tarjeta** 0001 **Costo al** 01/07/2004  
**Departamento** LIMA **Provincia** LIMA **Distrito** RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b><u>REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)</u></b>						
01.01.00	REPARACION DE GRIETAS EN MUROS Y COLUMNAS C² Aº	M	1.00	63.39	63.39		
01.02.00	REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBANILERIA	M	1.00	37.01	37.01		100.40
	COSTO DIRECTO						100.40
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						20.08
	SUBTOTAL						120.48
	IGV						22.89
	PRESUPUESTO TOTAL						143.37

**SON : CIENTO CUARENTITRES Y 37/100 NUEVOS SOLES**

### Análisis de precios unitarios

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Fórmula** 01 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/3200-1/1600) **Fecha** 01/07/2004

**Partida** 01.01.00 REPARACION DE GRIETAS NO VISIBLES

**Rendimiento** 30.000 M/DÍA **Costo unitario directo por : M** 13.14

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	0.50	0.1333	8.25	1.10
<b>Materiales</b>						
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGROUT	KG		1.0650	1.43	1.52
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.10	0.21
						<b>0.21</b>



**Análisis de precios unitarios**

**Obra** 0305080 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO PIBA 87)  
**Fórmula** 03 REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100) **Fecha** 01/07/2004

**Partida** 01.01.00 REPARACION DE GRIETAS EN MUROS Y COLUMNAS C° A°  
**Rendimiento** 20.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 63.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.4000	9.17	3.67
470104	PEON	HH	1.00	0.4000	8.25	3.30
						<b>11.47</b>
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3°	KG		0.0800	2.16	0.17
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.2000	2.16	0.43
030205	ACERO	KG		4.3500	2.16	9.40
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGROUT	KG		21.3000	1.43	30.46
390500	AGUA	M3		0.0026	7.00	0.02
430103	MADERA TORNILLO	P2		1.1470	3.10	3.56
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
						<b>51.35</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	11.47	0.57
						<b>0.57</b>

**Partida** 01.02.00 REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBANILERIA  
**Rendimiento** 25.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 37.01

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	11.14	0.36
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	10.13	3.24
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.3200	9.17	2.93
470104	PEON	HH	1.00	0.3200	8.25	2.64
						<b>9.17</b>
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3°	KG		0.0800	2.16	0.17
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.2000	2.16	0.43
030205	ACERO	KG		0.5100	2.16	1.10
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGROUT	KG		10.3500	1.43	14.80
390500	AGUA	M3		0.0012	7.00	0.01
430103	MADERA TORNILLO	P2		1.1470	3.10	3.56
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
						<b>27.38</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.17	0.46
						<b>0.46</b>

### Hoja resumen

**Obra** 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)  
**Localización** 150128 RIMAC  
**Fecha Al** 01/07/2004

#### Presupuesto base

01	REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/3200-1/1600)	2,861.50
02	REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)	7,520.35
03	REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)	143.37

<b>MONTO PRESUPUESTO BASE</b>	<b>S/.</b>	<b>10,525.22</b>
-------------------------------	------------	------------------

SON : DIEZ MIL QUINIENTOS VEINTICINCO Y 22/100

<b>MATERIALES</b>	<b>S/.</b>	<b>4,366.52</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>S/.</b>	<b>2,860.32</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>S/.</b>	<b>143.78</b>

COSTO DIRECTO	7,370.60
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)	1,474.12
	-----
SUBTOTAL	8,844.72
IGV	1,680.50
	-----
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>10,525.22</b>

Nota : Los costos unitarios sin I.G.V. son vigentes al : 01/07/2004

**Presupuesto**

**Obra** 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)  
**Fórmula** 01 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/3200-1/1600)  
**Cliente** INFES **Tarjeta** 0001 **Costo al** 01/07/2004  
**Departamento** LIMA **Provincia** LIMA **Distrito** RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>REPARACION DE GRIETAS NO VISIBLES</b>						
01.01.00	REPARACIÓN DE GRIETAS NO VISIBLES	M	152.50	13.14	2,003.85		2,003.85
	COSTO DIRECTO						2,003.85
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						400.77
	SUBTOTAL						2,404.62
	IGV						456.88
	PRESUPUESTO TOTAL						2,861.50

**SON : DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTIUNO Y 50/100 NUEVOS SOLES**

### Presupuesto

Obra 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)  
Fórmula 02 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)  
Cliente INFES Tarjeta 0001 Costo al 01/07/2004  
Departamento LIMA Provincia LIMA Distrito RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)</b>						
01.01.00	REPARACION DE GRIETAS	M	283.90	18.55	5,266.35		5,266.35
	COSTO DIRECTO						5,266.35
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						1,053.27
	SUBTOTAL						6,319.62
	IGV						1,200.73
	PRESUPUESTO TOTAL						7,520.35

**SON : SIETE MIL QUINIENTOS VEINTE Y 35/100 NUEVOS SOLES**

### Presupuesto

Obra 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)

Fórmula 03 REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)

Cliente INFES

Tarjeta 0001 Costo al 01/07/2004

Departamento LIMA

Provincia LIMA

Distrito RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100)</b>						
01.01.00	REPARACION DE GRIETAS EN MUROS Y COLUMNAS C² A²	M	1.00	63.39	63.39		
01.02.00	REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBANILERIA	M	1.00	37.01	37.01		100.40
	COSTO DIRECTO						100.40
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						20.08
	SUBTOTAL						120.48
	IGV						22.89
	PRESUPUESTO TOTAL						143.37

**SON : CIENTO CUARENTITRES Y 37/100 NUEVOS SOLES**





### Análisis de precios unitarios

**Obra** 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)

**Fórmula** 02 REPARACION DE FISURAS PARA DISTORSIONES (1/800-1/200)

**Fecha** 01/07/2004

**Partida** 01.01.00 REPARACION DE GRIETAS  
**Rendimiento** 20.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 18.55

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	1.00	0.4000	8.25	3.30
<b>7.80</b>						
<b>Materiales</b>						
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGRROUT	KG		2.1300	1.43	3.05
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
<b>10.36</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.80	0.39
<b>0.39</b>						

### Análisis de precios unitarios

**Obra** 0305079 CENTRO EDUCATIVO 3006 (REPARACION MODULO DE 4 NIVELES)  
**Fórmula** 03 REPARACION DE GRIETAS PARA DISTORSIONES (7/1000-1/100) **Fecha** 01/07/2004

**Partida** 01.01.00 REPARACION DE GRIETAS EN MUROS Y COLUMNAS C° A°  
**Rendimiento** 20.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 63.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.4000	9.17	3.67
470104	PEON	HH	1.00	0.4000	8.25	3.30
<b>11.47</b>						
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3°	KG		0.0800	2.16	0.17
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.2000	2.16	0.43
030205	ACERO	KG		4.3500	2.16	9.40
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGRROUT	KG		21.3000	1.43	30.46
390500	AGUA	M3		0.0026	7.00	0.02
430103	MADERA TORNILLO	P2		1.1470	3.10	3.56
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
<b>51.35</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	11.47	0.57
<b>0.57</b>						

**Partida** 01.02.00 REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBANILERIA  
**Rendimiento** 25.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 37.01

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	11.14	0.36
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	10.13	3.24
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.3200	9.17	2.93
470104	PEON	HH	1.00	0.3200	8.25	2.64
<b>9.17</b>						
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3°	KG		0.0800	2.16	0.17
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.2000	2.16	0.43
030205	ACERO	KG		0.5100	2.16	1.10
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGRROUT	KG		10.3500	1.43	14.80
390500	AGUA	M3		0.0012	7.00	0.01
430103	MADERA TORNILLO	P2		1.1470	3.10	3.56
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.2250	32.50	7.31
<b>27.38</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.17	0.46
<b>0.46</b>						

# **CAPITULO V:**

## **EXPEDIENTE TECNICO DE**

## **REFORZAMIENTO DEL CENTRO**

## **EDUCATIVO MÁS CRÍTICO**

Finalmente en este capítulo, se elabora un expediente técnico de reforzamiento para el módulo de Piba 87-2 Niveles que pertenece al C.E. anteriormente analizado. Se presentan los resultados analíticos de esfuerzos de la nueva estructura, los procedimientos constructivos a llevar a cabo en dicho proceso y el costo para la realización del mismo.

### **5.1 Introducción**

Este documento se refiere a la evaluación estructural para el reforzamiento de uno de los módulos del Centro Educativo N° 3006, que se ubica en la zona de Piedra Liza, del distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima. La referida escuela se encuentra a 10 minutos del centro de Lima.

### **5.2 Característica de la estructura**

El C.E. N° 3006 está conformado por dos pabellones, uno de dos y cuatro niveles destinados a aulas, oficinas y laboratorios. El expediente técnico de reforzamiento se realizará para el módulo Piba-87.

#### **Módulo Piba 87-2 Niveles:**

Consta de 2 pisos y 04 aulas. La estructura consiste en: Sistema aporricado en dirección longitudinal y de muros de corte de albañilería en la dirección transversal predominantemente. Columnas y vigas de concreto armado. Los

muros son de ladrillo de arcilla tipo king kong, tarrajados y pintados. Losa aligerada de concreto armado.

### 5.3 Bases para la evaluación

#### Normas Aplicables

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-020 "Cargas". Lima, 1985

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-030 "Diseño Sismo Resistente". Lima, 2003.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-050 "Suelos y Cimentaciones". Lima, 1997.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado". Lima, 1989.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-070 "Albañilería", Lima, 1989.

### 5.4 Observaciones en Campo

En la visita al centro educativo realizada en junio del 2004 se apreciaron los siguientes daños

#### Módulo Piba 87-2 Niveles

- Primer Nivel: Daños moderados por columna corta. Fisuras en muros por contacto de alfeizar con columna. Fisuras leves por tracción diagonal en muros transversales. Las vigas centrales tienen fisuras por flexión.
- Segundo Nivel: Daños moderados por columna corta. Fisuras en muros por contacto de alfeizar con columna.

La evaluación estructural se basó en el las fotografías tomadas en el lugar. No se contó con el plano de cimentación.

### 5.5 Hipótesis de Análisis

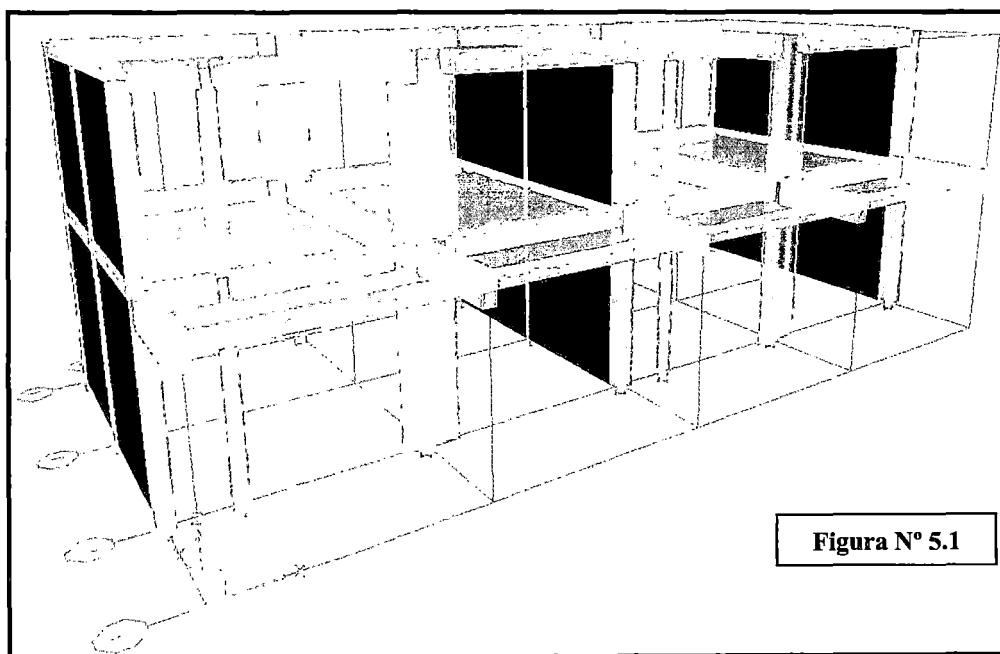
El análisis se realizó con el programa ETABS (versión 8.2.7). Como ya se mencionó el módulo fue analizado con modelos tridimensionales suponiendo losas infinitamente rígidas frente a acciones en su plano. En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto armado se

representaron con elementos lineales. Sus rigideces se determinaron ignorando la fisuración y el refuerzo. Estas hipótesis resultan en una estimación conservadora de las fuerzas. Los muros de albañilería se modelaron con elementos de cáscara, con rigideces de membrana y de flexión, aún cuando estas últimas son poco significativas.

## 5.6 Rigidización de la Estructura-Módulo Piba 87

Para la rigidización se ha propuesto la inclusión de elementos verticales de concreto armado (placas de corte), en los ejes “A” y “E”; además del incremento de sección de las columnas que se encuentran en los ejes “B” y “D”. La inclusión de estos elementos ocasionará la modificación en la cimentación de las columnas y se construirá una cimentación nueva para las placas de corte.

En la figura N° 5.1, se aprecia el modelo matemático del módulo Piba 87-2 niveles, rigidizado y considerando las juntas sísmicas.



## 5.7 Comportamiento Dinámico del módulo Piba-87

### 5.7.1 Periodos de vibración

Los periodos de vibración encontrados para este módulo, han sido obtenidos del análisis dinámico realizado con ayuda del ETABS 8.2.7, ver tabla N° 5.1.

Tabla 5.1: Periodos Módulo Piba-87

Modo	Periodo T (seg.)
1	0.274
2	0.071
3	0.060
4	0.047
5	0.021
6	0.017

### 5.7.2 Factores de participación modal

De acuerdo con los requerimientos de la Norma E.030-2003, señala que se deberán considerar aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura. Para este módulo se han considerado 6 modos llegando a tener más del 90% de la masa de la estructura ver tabla N° 5.2.

Tabla 5.2: Factores de masa participante por cada modo

MODO	Dirección X		Dirección Y	
	% Masa	% Masa Acum.	% Masa	% Masa Acum.
1	86.00	86.00	0.00	0.00
2	13.96	99.95	0.00	0.00
3	0.00	99.95	91.90	91.90
4	0.05	100.00	0.00	91.90
5	0.00	100.00	8.10	100.00
6	0.00	100.00	0.00	100.00

### 5.7.3 Análisis de desplazamientos y distorsiones

El espectro de diseño es procesado por ETABS determinando los desplazamientos absolutos y relativos producidos por la acción sísmica. Los resultados de desplazamientos y distorsiones máximas por sismo, del módulo Piba 87-2 Niveles, son presentados en las tablas N° 5.3 y 5.4, además del Gráfico N° 5.1.

El Gráfico N° 5.1, relaciona los valores de distorsión máxima por cada nivel con los niveles de daño a los que estarían sometidos los elementos de las estructuras.

Los índices de daño son valores propuestos basados en resultados de experimentales en estructuras de mampostería de ladrillo durante los últimos 15 años y el comportamiento de estructuras esenciales en los últimos sismos ocurridos en el Perú (Nazca 1996 y Arequipa 2001) [26].

**Tabla 5.3:** Respuesta al sismo en la dirección X-X  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	1.37	0.001	3.8/1000	0.01/1000
2	3.01	0.003	5.5/1000	0.02/1000

**Tabla 5.4:** Respuesta al sismo en la dirección Y-Y  
Desplazamientos y Distorsiones Máximas

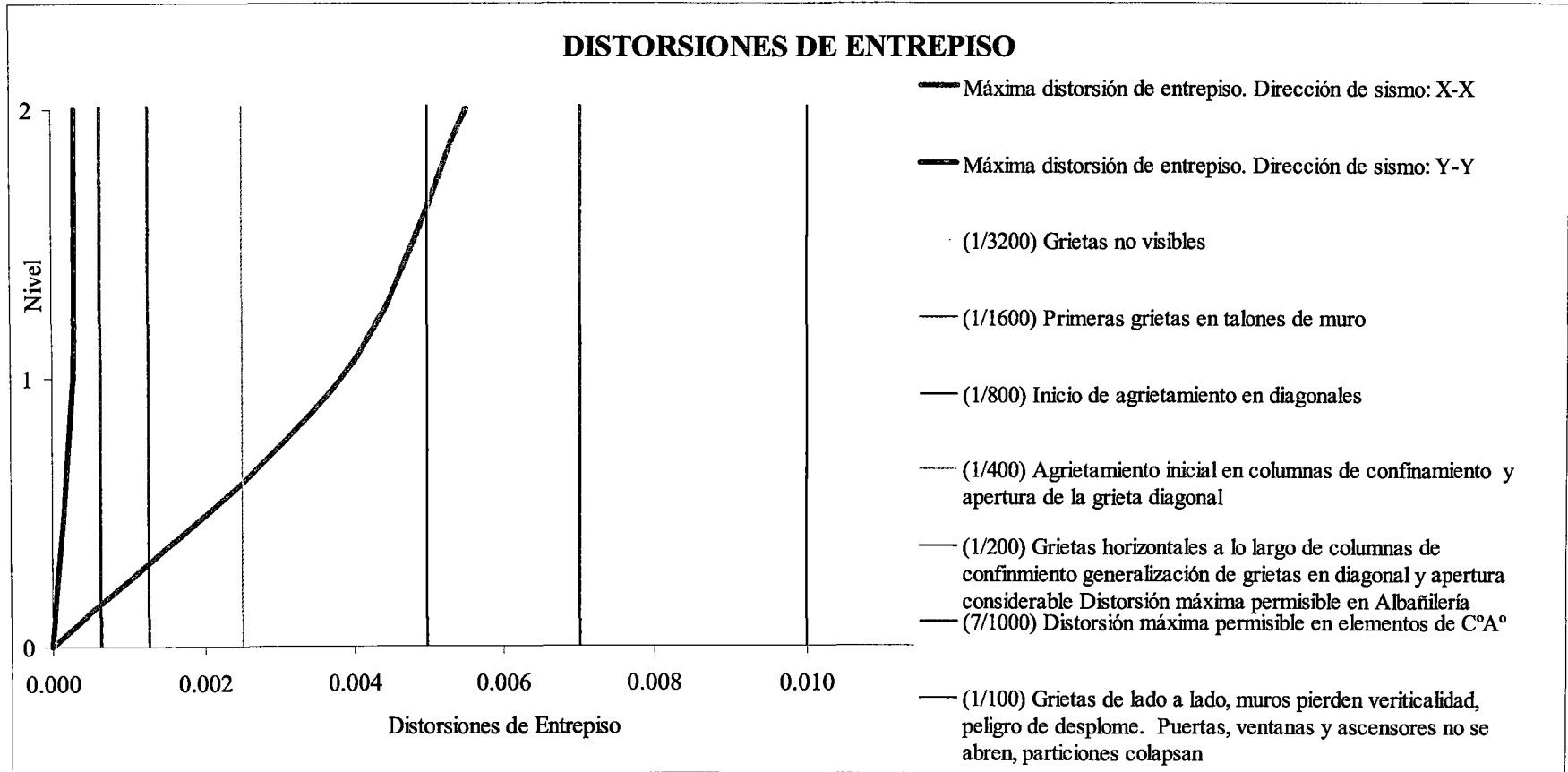
PISO	Desplazamientos		Distorsiones	
	DIR X - X	DIR Y - Y	DIR X - X	DIR Y - Y
1	0.002	0.1	0.005/1000	0.29/1000
2	0.004	0.2	0.011/1000	0.31/1000

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "X" tiene un valor de 5.5/1000 (ver tabla N° 5.3), lo permisible es de 7/1000.

La máxima distorsión de la estructura en la dirección "Y" tiene un valor de 0.31/1000 (ver tabla N° 5.4), lo permisible es de 7/1000.



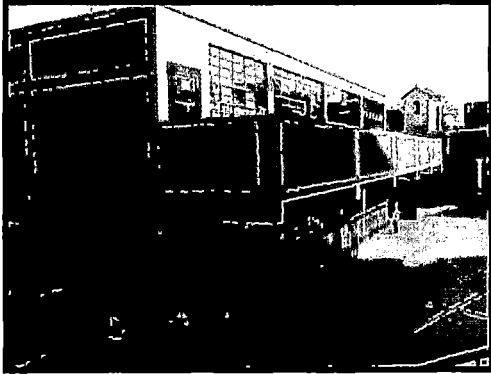
GRAFICO N° 5.1: Distorsiones máximas de entrepiso (Módulo 02 Niveles)



## 5.8 Elaboración del Expediente Técnico de reforzamiento del centro educativo más crítico

### ESTUDIO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO PIBA 87 – 2 NIVELES DEL CENTRO EDUCATIVO N° 3006 - RIMAC

#### EXPEDIENTE TÉCNICO



Lima  
Octubre 2004

#### RESUMEN DEL CONTENIDO

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- ESPECIFICACIONES TECNICAS
- METRADOS
- MONTO REFERENCIAL
- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- PLANOS

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### ÍNDICE

- 1.0 ANTECEDENTES
- 2.0 DE LA OBRA
- 3.0 PROPUESTA

# ESTUDIO DE MEJORAMIENTO SISMORESISTENTE DEL MÓDULO PIBA 87; DEL CE 3006 - RIMAC

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.0 Antecedentes

La edificación de propiedad del Ministerio de Educación, está constituida por muros de ladrillo con mortero de cemento y un sistema estructural de vigas y columnas de concreto armado (C<sup>o</sup>A<sup>o</sup>), las losas del primer y segundo nivel son aligeradas, la del segundo nivel fue construida en el año de 1995.

*Este edificio fue construido en la década de los 80's, aproximadamente en 1987, y en 1995 INFES, construyó el techo del segundo nivel.*

El módulo Piba-87 está edificado dentro del área total de terreno ( $A_T = 2200 \text{ m}^2$ ) que pertenece al C.E. y tiene una área construida  $A_C = 288.59 \text{ m}^2$  ( $176.46 \text{ m}^2$  y  $112.13 \text{ m}^2$  para el primer y segundo nivel respectivamente).

Un estudio de reforzamiento estructural de la edificación, tiene como finalidad principal mejorar la *capacidad sismorresistente de la edificación* y limitar los daños en la eventualidad de un movimiento más severo que pueda presentarse en la zona durante la vida útil de la estructura. Por esta razón y con la finalidad de estudios de tesis se ha propuesto realizar un estudio aproximado del reforzamiento estructural del edificio.

### 2.0 De la Obra

El edificio se desarrolla sobre la Calle Alfonso Ugarte N° 601, en un volúmen paralelo a la calle, en el distrito del Rímac, el inmueble esta ubicado en las faldas del cerro San Cristóbal.

### 3.0 Propuesta

El Proyecto está referido a los trabajos de reforzamiento, los cuales comprenden reemplazar un par de muros laterales de albañilería existente por placas de C<sup>o</sup>A<sup>o</sup> y aumentar la sección de las columnas en los elementos tipo pórticos, en la dirección longitudinal, con la finalidad de dar una mayor rigidez. Con el planteamiento propuesto no afectará el funcionamiento de las aulas.

En los planos y especificaciones técnicas se detalla el alcance de los trabajos y se especifican algunos criterios asumidos teniendo en cuenta las características y naturaleza de los trabajos.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### I. GENERALIDADES

Es de responsabilidad del Contratista el suministrar todos los materiales, mano de obra, equipos, herramientas y todo lo necesario para la ejecución del trabajo, en conformidad con los planos y las especificaciones, hasta dejar en perfecto estado de funcionamiento la edificación.

El alcance detallado del suministro y la totalidad de trabajos, responsabilidad del Contratista, se realizará de conformidad con la intención general de estas especificaciones, las indicaciones contenidas en las distintas secciones de la misma y los planos de construcción que se acompañan.

Este documento técnico ha sido elaborado teniendo en consideración los siguientes aspectos:

#### A. Consideraciones Generales

Permiten definir y asumir criterios dirigidos al aspecto constructivo de reforzamiento a nivel de indicación, uso de materiales y metodologías de dosificación del concreto, procedimientos constructivos y otros; los cuales por su carácter general capacitan al documento a constituirse como elemento auxiliar técnico en el proceso de construcción.

#### B. Consideraciones Particulares

Como su nombre lo indica, incluyen las variaciones en cuanto a tratamiento y aplicación de las partidas, que por su naturaleza son susceptibles a cambios debido a:

1. La disponibilidad de recursos en cada una de las especialidades, sean éstas de estructuras, arquitectura, eléctricas y/o especiales, que en cada una de las zonas de trabajo producen variaciones en cuanto a captación de servicios.
2. Las observaciones y experiencias obtenidas "in situ", en el transcurso de las obras, debidamente implementadas, complementarán al presente documento, previamente aprobadas por la Supervisión.

El objetivo de las especificaciones técnicas es dar las pautas generales a seguirse en cuanto a calidades, procedimientos y acabados durante la ejecución de la obra, como complemento de los planos, memorias y metrados. Todos los

materiales y procedimientos deberán cumplir con las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

El alcance del contenido técnico expresado, en el desarrollo de las especificaciones constructivas, es compatible con los siguientes documentos:

- Reglamento Nacional de Construcciones del Perú
- Manuales de Normas del ACI
- Manuales de Normas de ASTM
- Manual de Normas de American Welding Society (AWS), para soldadura.
- Especificaciones técnicas de los proveedores y fabricantes debidamente aprobados por la Supervisión.

### C. Concepción Estructural

La estructuración se ha realizado tratando en lo posible de respetar la arquitectura planteada, no teniendo muchas alternativas de modificación debido a que la estructura ya está construida y operativa.

Se trata de un sistema mixto, constituido por pórticos de concreto armado (dirección X) y muros de corte constituidos por albañilería en la dirección perpendicular; la tabiquería es de ladrillo, se reconstruirán las juntas sísmicas que han sido consideradas donde los muros de ladrillo no trabajan como muros de corte, para garantizar el buen comportamiento estructural.

Se reforzarán algunas columnas (como se indican en los planos) para controlar los desplazamientos laterales de la estructura. El desplazamiento lateral excesivo es el causante de que se produzca el efecto de “columna corta” en las columnas, ya que al ser insuficientes las juntas sísmicas entre las columnas y los muros de la tabiquería ambos interactúan para producir este efecto. Se respetan las dimensiones de las vigas peraltadas.

También se hace necesario la inclusión de muros de concreto armado (en los extremos). Para la construcción de los muros de corte se hace necesario la construcción de zapatas, que se harán de acuerdo a lo indicado en los planos. De encontrarse algún problema no previsto, se deberá consultar al Ing. Proyectista.

## **II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTRUCTURAS**

### **01.00 OBRAS PROVISIONALES**

#### **01.01 Almacén, oficina y guardianía**

##### **Alcance**

De acuerdo a las necesidades de la obra se incluye la instalación de caseta para almacén, oficina y guardianía; comprendiendo también el mantenimiento de todo lo necesario para garantizar su seguridad y operatividad durante el período que dure la ejecución de la obra. Culminada la obra, dichas construcciones deberán ser retiradas por el contratista, sin dejar restos de ningún tipo.

##### **Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos comprenderán el material, equipos, mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de la actividad.

#### **01.02 Cartel de Obra.**

##### **Alcance**

Esta partida se refiere a la confección e instalación del cartel de obra, cuyas dimensiones serán de 2.40 x 3.60 m, con información de las características del proyecto e indicaciones que la entidad licitante lo requiera.

El cartel de obra, será colocado en un lugar visible y cercano, o lo que la supervisión considere necesario.

##### **Procedimiento**

El Cartel será construido con Marcos de 2"x3", planchas de triplay de 6 mm. Para los paneles y los parantes de 4"x4" y de dimensiones 3.6 m de ancho por 2.4 m de alto; serán pintados de acuerdo a lo aprobado por la entidad.

##### **Medición y Formas de pago**

La partida cartel de obra se pagará por unidad al haber concluido su fabricación y colocación en la ubicación indicada, incluye todos los materiales tales como madera, triplay, clavos, alambre, pinturas, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de la partida.

### **01.03 Cerco provisional de esteras**

#### **Alcance**

Para esta partida se utilizarán planchas de esteras que servirán como cerco perimétrico para aislar el área de trabajo de la calle.

#### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá por metro lineal colocado y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos comprenderán el material, equipos, mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de la actividad.

### **01.04 Instalaciones Provisionales (agua, luz).**

#### **Alcance**

Se refiere al abastecimiento de ambos servicios para su uso durante la ejecución de la obra. Se utilizarán los servicios higiénicos del centro educativo, teniendo especial cuidado de evitar daños en ellos.

## **02.00 OBRAS PRELIMINARES**

### **02.01 Limpieza del área de trabajo**

#### **Alcance**

Esta partida comprende el traslado de los muebles y otros que están dentro de las aulas; que se encuentren en el área donde se ejecutarán los trabajos y puedan ser afectados, los mismos que deberán ser retirados para luego ser reubicados al finalizar los trabajos.

#### **Procedimiento**

Todo elemento será retirado de manera cuidadosa y ubicada en una zona que garantice su protección; se elaborará un inventario de los elementos retirados y se comunicará oportunamente al Supervisor. Una vez terminado los trabajos, se procederá a colocar los elementos nuevamente en su lugar. La reposición de cualquier elemento dañado, será por cuenta del Contratista.

#### **Medición y Formas de pago**

Se medirá en forma global y se pagará de acuerdo a los montos de contrato. Estos comprenderán el material, equipos, mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

## **02.02 Apuntalamiento de techos**

### **Alcance**

Esta partida comprende el apuntalamiento de techos en zonas donde se intervendrán las columnas y muros.

### **Procedimiento**

El apuntalamiento de techos permitirá trabajar adecuadamente sobre las columnas a reforzar y muros a demoler; evitará que se produzcan posibles deflexiones.

Se deberá tomar en cuenta las cargas de la estructura existente y las cargas del proceso constructivo.

El Contratista presentará con anticipación un programa de apuntalamiento, la cual deberá ser aprobada según criterio de la Supervisión antes de iniciada la partida.

### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se cuantificará por metro cuadrado de estructura a apuntalar y se pagará de acuerdo a los precios unitarios del contrato. El precio incluye también el desapuntalamiento.

El monto comprenderá los materiales, equipos, mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de la actividad.

## **02.03 Apuntalamiento de vigas**

### **Alcance**

Esta partida comprende el apuntalamiento de las vigas donde se intervendrán las columnas y muros.

### **Procedimiento**

El apuntalamiento de las vigas (Ver plano E-01, ejes A, B, D y E) permitirá trabajar adecuadamente sobre las columnas a reforzar y evitará que se produzcan posibles deflexiones.

Se deberá tomar en cuenta las cargas de la estructura existente y las cargas del proceso constructivo.

El Contratista presentará con anticipación un programa de apuntalamiento, la cual deberá ser aprobada según criterio de la Supervisión antes de iniciada la partida.

### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se cuantificará por metro lineal de estructura a apuntalar y se pagará de acuerdo a los precios unitarios del contrato. El precio incluye también el desapuntalamiento.



El monto comprenderá los materiales, equipos, mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de la actividad.

## **02.04 Demolición**

### **02.04.01 Demolición de piso incluido falso piso**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la demolición del piso incluido el falso piso, en las zonas donde se ejecutarán los trabajos de zapatas y en zonas donde el piso se encuentre deteriorado.

#### **Procedimiento**

El piso y falso piso se retirarán cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos y mano de obra necesarios, evitando afectar innecesariamente áreas adyacentes o dañar elementos contiguos.

Esta partida se efectuará tomando los cuidados y seguridades del caso, los deshechos se retirarán del lugar de la obra. La reposición de cualquier elemento dañado, no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

#### **Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cuadrados. Se pagará según los costos unitarios del contrato. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **02.04.02 Demolición de sobrecimiento**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la demolición de los sobrecimientos existentes para la habilitación de la nueva cimentación de la placas de C°A°, según se indica en los planos.

#### **Procedimiento**

Esta partida se ejecutará utilizando los equipos, herramientas y mano de obra necesarios, evitando afectar áreas adyacentes o dañar elementos contiguos.

Esta partida se efectuará tomando los cuidados y seguridades del caso, los deshechos se retirarán del lugar de la obra. La reposición de cualquier elemento dañado, no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

**Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cúbicos de cimiento demolidos. Se pagará según los costos unitarios del contrato. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

**02.04.03 Demolición de zapatas****Alcance**

Comprende la demolición de una parte de las zapatas existentes que permitirán el anclaje de las secciones a reforzar de columnas existentes, según se indique en los planos.

**Procedimiento**

La demolición se realizará cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos y mano de obra necesarios, evitando afectar áreas adyacentes o dañar elementos contiguos.

Esta partida se efectuará tomando los cuidados y seguridades del caso, los deshechos se retirarán del lugar de la obra. La reposición de cualquier elemento dañado, no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

**Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cúbicos. Se pagará según los costos unitarios del contrato. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

**02.04.04 Demolición de muros de cabeza****Alcance**

Comprende la demolición de los muros laterales de albañilería (en los dos niveles) según indica en los planos.

**Procedimiento**

La demolición de los muros se ejecutará cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos y mano de obra necesarios, evitando afectar áreas adyacentes o dañar elementos contiguos.

Esta partida se ejecutará tomando los cuidados y seguridades del caso, los deshechos deberán retirarse del lugar de la obra. La reposición de cualquier elemento dañado, no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

**Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cuadrados. Se pagará según los costos unitarios del contrato. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

**02.04.05 Demolición de muros de sogá****Alcance**

Comprende la demolición de una parte los muros de sogá (alféizar) que se encuentran junto a las columnas, según indica en los planos.

**Procedimiento**

La demolición de parte de los muros se ejecutará cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos y mano de obra necesarios, evitando afectar áreas adyacentes o dañar elementos contiguos.

Esta partida se ejecutará tomando los cuidados y seguridades del caso, los desechos deberán retirarse del lugar de la obra. La reposición de cualquier elemento dañado, no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

**Medición y Formas de pago**

Se medirá en metros cuadrados. Se pagará según los costos unitarios del contrato. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

**02.05 Picados**

**02.05.01** Picado de recubrimiento en columnas.

**02.05.02** Picado de recubrimiento en vigas.

**Alcance**

Esta partida comprende los picados de tarrajeos y recubrimientos considerados en los ítems 02.05.01, 02.05.02 que se realizarán en la estructura existente para permitir los trabajos de reforzamiento.

**Procedimiento**

El picado se efectuará muy cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos, materiales y mano de obra calificada convenientemente protegida, evitando no afectar innecesariamente áreas adyacentes o dañar elementos contiguos. El Contratista elaborará un programa de picado detallando el procedimiento y los equipos y materiales a utilizar.

La Supervisión revisará y aprobará, con la debida anticipación, el inicio de la actividad.

La reposición de cualquier elemento dañado o de cualquier elemento intervenido no considerado en los planos, será por cuenta del Contratista.

### **Medición y Formas de pago**

Los trabajos correspondientes a los ítems 02.05.01, 02 se cuantificarán en metros cuadrados.

El pago se hará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen todo lo necesario para su ejecución, transporte manual de escombros a la zona de acopio y su dimensión se considera en el ítem 03.02.

## **02.06 Desmontajes**

**02.06.01** Desmontaje de ventanas metálicas

**02.06.02** Desmontaje de puertas de madera

**02.06.03** Desmontaje de vidrios.

### **Alcance**

Esta partida comprende los desmontajes de los elementos considerados en los ítems 02.06.01 y 02.06.02; para permitir la correcta ejecución de los trabajos de reforzamiento, los mismos que serán colocados nuevamente en su lugar una vez culminados los trabajos.

### **Procedimiento**

El desmontaje se efectuará muy cuidadosamente, utilizando las herramientas, equipos, materiales, mano de obra calificada y convenientemente protegida, de tal manera que no se afecten innecesariamente áreas adyacentes o se dañen elementos contiguos. La reposición de cualquier elemento dañado o de cualquier elemento intervenido no considerado en el proyecto, será por cuenta del Contratista.

Los elementos desmontados serán trasladados hacia el almacén especificado en el ítem 02.10.

### **Medición y formas de pago**

Los ítems 02.06.01 y 02.06.02 se medirán en metros cuadrados. El pago se hará al finalizar la partida. Estos montos incluyen todo lo necesario para su ejecución.

Los costos de montajes no se consideran en esta partida.

### **02.07 Perforación con broca diamantina**

#### **Alcance**

Esta partida comprende habilitación de las estructuras (perforación en vigas existentes) para la colocación del acero de refuerzo de las columnas y placas de concreto armado. Esto se hará con la ayuda de un sistema HDA (HILTI) incluye lo siguiente: anclaje estilo pre-instalado (HDA-P) o el estilo (HDA-T), brocas con tope para perforación, accesorios de instalación y un taladro Roto-martillo para cuatro tamaños de pernos: M10 (3/8"), M12 (1/2"), M16 (5/8") y M20 (3/4") disponibles en galvanizados al vapor y en acero inoxidable 316 para ambientes agresivos.

#### **Medición y formas de pago**

Esta partida se cuantificará por unidad de perforación habilitada. El pago se hará al finalizar la partida. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **02.08 Limpieza de superficies con chorros de agua y/o aire comprimido.**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la limpieza de todas las superficies donde se necesitará una buena adhesión entre la construcción nueva y la existente. Este procedimiento es adecuado para eliminar todos los residuos y sólidos al descubierto. Se usará un aparato compresor que proyecten agua y/o aire a gran velocidad.

#### **Medición y formas de pago**

Los trabajos correspondientes se medirán en metros cuadrados. El pago se hará al finalizar la partida. Este monto comprende los equipos y herramientas necesarias, la mano de obra y todo lo necesario para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **02.09 Liberar y/o limpiar junta entre columna y columneta.**

#### **Alcance**

Los planos indican la ubicación de juntas sísmicas entre muros de albañilería y columnas, ya que la estructuración en la dirección "X" está basada en un sistema aporticado, siendo necesario realizar la debida separación de elementos no estructurales, para evitar alterar el comportamiento requerido en el diseño, por

tanto han de separarse los elementos no estructurales de las columnas mediante juntas de 1”(libre), las cuales deberán ser rellenados con espuma plástica y jebe microporoso (ver detalle de colocación en planos).

### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá en metros lineales y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

## **02.10 Traslado de elementos retirados**

### **Alcance**

Esta partida comprende el traslado de los elementos retirados, como las puertas de madera y ventanas metálicas, al almacén construido inicialmente.

### **Procedimiento**

El traslado se realizará hacia el almacén habilitado construido dentro del centro educativo.

Cualquier pérdida del material desmontado será por cuenta del Contratista.

### **Medición y Formas de pago**

Este trabajo se cuantificará en forma global y se pagará al finalizar la partida.

## **02.11 Trazo, nivelación y replanteo durante el proceso**

### **Alcance**

Esta partida comprende los trazos, nivelaciones y replanteos de las zonas a intervenir en la estructura existente y en el área donde se proyecta la nueva estructura.

### **Procedimiento**

Se marcarán los ejes y a continuación se marcarán los elementos en armonía con los planos de reforzamiento. Estos ejes deberán ser aprobados por el Supervisor, antes de iniciar los trabajos.

### **Medición y formas de pago**

Los trabajos serán cuantificados por metro cuadrado de replanteo.

El pago se efectuará de acuerdo a los montos de contrato, según el avance de obra.

### **03.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **03.01 Excavación de Zanjas para zapatas.**

##### **Alcance**

Comprende las excavaciones para la ejecución de las cimentaciones, de acuerdo a lo especificado en los planos.

##### **Procedimiento**

Antes de proceder al vaciado del concreto, el Contratista deberá tener la aprobación escrita del Supervisor, habiendo sido ésta solicitada con la debida anticipación; así mismo no se permitirá ubicar zapatas sobre material de relleno sin una consolidación adecuada.

El fondo de toda excavación para cimentación debe quedar limpio y parejo, se deberá retirar el material suelto. Si el Contratista se excede en la profundidad de la excavación, no se permitirá el relleno con material suelto.

Si la resistencia del terreno fuera menor a la contemplada en el cálculo y la napa freática y sus posibles variaciones caigan dentro de la profundidad de las excavaciones, el Contratista notificará de inmediato y por escrito al Ingeniero Inspector quien resolverá lo conveniente.

##### **Medición y Formas de pago**

Este trabajo se cuantificará en metros cúbicos y se pagará de acuerdo a los costos unitarios del presupuesto. Estos montos incluyen todo lo necesario para su ejecución.

#### **03.02 Acarreo interno, material procedente de excavaciones y demoliciones a zona de acopio.**

##### **Alcance**

Esta partida abarca la movilización interna de los materiales, producto de las excavaciones, demoliciones y picados, para ser llevados a una zona de acopio y luego eliminarlos definitivamente de la obra. La zona de acopio deberá ser tal que no interfiera con la circulación y deberá ser aprobada por la Supervisión.

##### **Medición y formas de pago**

Se medirá en metros cúbicos y se pagará de acuerdo a los costos unitarios del contrato. Comprenderá los equipos, personal y todo lo necesario para transportar el material de desecho. Cualquier trasgresión de la normatividad y/o multas serán responsabilidad y a cuenta del Contratista.

### **03.03 Eliminación de material excedente con equipo.**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la eliminación del material excedente y desperdicios fuera de la obra.

#### **Procedimiento**

El Contratista, una vez terminada la obra deberá dejar el terreno completamente limpio de materiales que interfieran las actividades institucionales normales.

Esta actividad deberá realizarse periódicamente.

Se deberá reponer los jardines y la zona donde se va a sembrar césped u otras plantas, el terreno deberá quedar rastrillado y nivelado.

La Supervisión aprobará con la debida anticipación el inicio de la actividad.

#### **Medición y Formas de pago**

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará de acuerdo a los costos unitarios de contrato y comprenderá los equipos, personal y todo lo necesario para transportar el material de desecho fuera de la obra y depositado en los lugares oficialmente aprobados por los organismos competentes municipales. Cualquier trasgresión de la normatividad y/o multas serán responsabilidad y a cuenta del Contratista.

### **03.04 Relleno con material propio, compactado**

#### **Alcance**

Comprende el relleno parcial de las zanjas excavadas para las cimentaciones; empleándose el material retirado producto de la excavación en forma compactada.

#### **Procedimiento**

Antes de ejecutar el relleno de una zona se limpiará el fondo de ésta, eliminando los desechos, plantas, raíces u otras materias inadecuadas. El material del relleno estará libre de materia orgánica y de cualquier otro material comprimible.

Los rellenos se harán en capas sucesivas no mayores de 20 cm. de espesor, debiendo ser bien compactadas y regadas en forma homogénea, a humedad óptima para que el material empleado alcance su máxima densidad seca. Se eliminarán las partículas mayores de 6”.

Todo esto deberá ser aprobado por el Ingeniero Supervisor de la obra, requisito fundamental.

El Contratista deberá tener muy en cuenta que el proceso de compactación eficiente garantiza un correcto trabajo de los elementos de cimentación y que una



deficiente compactación repercutirá en el comportamiento del total de elementos estructurales. El precio unitario contratado para reconocer el trabajo efectuado considera la unidad de relleno compactado convenientemente y certificado si lo requiriere el Supervisor.

### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se cuantificará en metros cúbicos y se pagará de acuerdo a los costos unitarios del presupuesto. Estos montos incluyen todo lo necesario para su ejecución.

## **04.00 CONCRETO SIMPLE**

### **Alcance**

Las presentes especificaciones se refieren a las partidas de concreto en las que no es necesario el empleo de armadura metálica.

### **Materiales**

#### CEMENTO

Será Pórtland Tipo I, que cumpla con las Normas ASTM-C150.

#### HORMIGÓN

Será material procedente de río o de cantera, compuesto por agregados finos y gruesos de partículas duras, resistentes a la abrasión, debiendo estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, partículas blandas o escamosas, ácidos, material orgánico y otras sustancias perjudiciales; su granulometría debe comprender entre lo que pase por la malla N° 100 como mínimo y la de 2" como máximo.

#### AGUA

Para la preparación del concreto se debe contar con agua, la que debe ser limpia, potable, fresca, que no sea dura, esto es con sulfatos, tampoco se deberá usar aguas servidas.

#### Concreto

El concreto a usarse debe estar dosificado de manera que alcance a los 28 días de fraguado y curado, una resistencia a la compresión de  $f_c = 140\text{kg/cm}^2$ , probado en especímenes normales de 6" de diámetro x 12" de alto y deberá de cumplir con las normas ASTM - C 172. El concreto debe tener la suficiente fluidez a fin de que no se produzcan segregaciones de sus elementos al momento de colocarlos en obra.

**04.01 Solado para zapatas**

Serán construidos de concreto pobre, en base a cemento/hormigón en proporción de 1 parte de cemento y de 12 partes de hormigón fino.

La superficie del solado debe quedar plana y lisa.

La Supervisión deberá aprobar con la debida anticipación el inicio de la partida.

**04.02 Falso piso de 4" de concreto 1:8**

Será construido con el mismo espesor existente, empleándose concreto simple de  $f'c = 140\text{kg/cm}^2$ , pudiendo emplearse agregado grueso de tamaño máximo de 2".

La mezcla debe ser seca, con un slump no mayor de 3" de forma tal que no arroje agua a la superficie al ser apisonada con las reglas de madera.

El falso piso deberá ser curado con agua convenientemente requerida. Deberá evitarse el vaciado de paños muy grandes o largos, en general el tamaño máximo de un paño debe ser de 6m por lado.

La Supervisión aprobará con la debida anticipación el inicio de la actividad.

**05.00 CONCRETO ARMADO**

**Concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**A. Materiales****a. 1 CEMENTO**

Se usará Cemento Pórtland Tipo I.

El cemento a usar deberá cumplir con las Especificaciones y Normas para Cemento Pórtland del Perú y la Norma ASTM-C150.

En términos generales no deberá tener grumos, por lo que deberá protegerse en bolsas o en silos en forma que no sea afectado por la humedad ya sea del medio ambiente o de cualquier agente externo.

El Inspector controlará la calidad del mismo y enviará, si así lo considera conveniente, muestras al laboratorio especializado en forma periódica a fin de que lo estipulado en las normas garantice la buena calidad del mismo.

**a. 2 AGUA**

El agua empleada será dulce, limpia y potable, libre de sustancias perjudiciales como aceite, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan perjudicar o alterar el comportamiento eficiente del concreto, acero y

otros elementos. Tampoco deberá tener partículas de carbón, humus ni restos vegetales.

Se podrá usar agua de pozo, siempre y cuando cumpla con las condiciones anteriormente mencionadas y que no contenga sales o sulfatos.

El agua a emplearse cumplirá con la Norma NTP 334.088.

### **a. 3 AGREGADOS**

Los agregados deberán estar de acuerdo con las especificaciones para agregados según Norma ASTM-C33; se podrán usar agregados que no cumplan con algunos límites de los requisitos especificados siempre y cuando se haya demostrado por medio de ensayos que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuada. Toda variación deberá estar avalada por un Laboratorio para su certificación y aprobación si fuera el caso.

#### **AGREGADO FINO:**

Deberá cumplir con las siguientes características y especificaciones:

- Estará conformado de granos duros y resistentes.
- No contendrá más del 5% (con respecto al total) del material que pase portamiz 200; en caso contrario el exceso deberá ser eliminado mediante el lavado correspondiente.
- No deberá contener arcillas o tierra en porcentaje que exceda el 3% en peso. Si hubiera exceso, este deberá ser eliminado con el lavado correspondiente.
- No debe haber menos del 15% de agregado fino que pase por la malla No. 50, ni 5% que pase por la malla No. 100. Esto debe tomarse en cuenta para el concreto expuesto.

La materia orgánica se controlará por la norma ASTM C40 y el fino por lo especificado en la norma ASTM C17, o la normatividad nacional respectiva.

#### **AGREGADO GRUESO**

Los agregados gruesos (gravas o piedra chancada) deberán cumplir con lo siguiente:

- Estará constituida por partículas limpias, no debe contener tierra o arcilla en su superficie en un porcentaje que exceda del 1% en peso, en caso contrario el exceso se eliminará mediante el lavado. El agregado grueso deberá ser proveniente de rocas duras y estables, resistentes a la abrasión por impacto y a la deterioración causada por cambios de temperatura o heladas.

- El tamaño máximo de los agregados será pasante por el tamiz de 1 1/2" o menor, según sea el caso, para el concreto armado.
- En elementos de espesor reducido o cuando existe gran densidad de armadura se podrá disminuir el tamaño máximo de agregado, siempre que se obtenga suficiente trabajabilidad y se cumpla con el "slump" o asentamiento requerido y que la resistencia del concreto que se obtenga, sea la indicada en planos.
- El tamaño máximo del agregado en general, tendrá una medida tal que no sea mayor de 1/5 de la medida más pequeña entre las caras interiores de las formas dentro de las cuales se vaciará el concreto, ni mayor que 1/3 del peralte de las losas o que los 3/4 de espaciamiento mínimo libre entre barras individuales de refuerzo o paquetes de barras.
- Estas limitaciones pueden ser obviadas si a criterio de la Supervisión, la trabajabilidad y los procedimientos de compactación, permiten colocar el concreto sin formación de vacíos o cangrejeras y con la resistencia de diseño especificada en los planos.

#### **a. 4 ADITIVOS**

Se empleará aditivo expansivo en las partidas indicadas.

Los aditivos no deben ser almacenados en obra por un periodo mayor de seis (06) meses desde la fecha del último ensayo; los aditivos cuya fecha de vencimiento se ha cumplido no serán utilizados. Deberán cumplir con las especificaciones ASTM-C260, ASTM-C494

Se sugiere que el lugar destinado al almacén, guarde medidas de seguridad que garanticen la conservación de los materiales sea del medio ambiente, como de causas extremas.

El supervisor debe aprobar previamente el uso de determinado aditivo.

Las proporciones a usar en el procedimiento de ejecución deberán ser las recomendadas por el fabricante.

El Contratista hará diseños y ensayos, los cuales deberán estar respaldados por un laboratorio competente, en ellos se indicará además de los ensayos resistentes, las proporciones, tipo y granulometría, de los agregados, la cantidad de cemento a usarse, el tipo, marca, fábrica y otros, así como la relación agua-cemento usada. Los gastos que demanden dichos estudios correrán por cuenta del Contratista.

El Contratista deberá trabajar de acuerdo a los resultados de laboratorio, asimismo deberá usar los implementos y medios adecuados, para poder dosificar el aditivo.

### **B. Almacenamiento de materiales**

Los materiales deben almacenarse en obra, a manera de evitar su deterioro o contaminación por agentes externos.

#### **b. 1 CEMENTO**

No se aceptará en obra cemento en bolsas cuya envoltura esté deteriorada o perforada.

Se cuidará que el cemento almacenado en bolsas no esté en contacto con el suelo o el agua libre que pueda correr por el mismo.

Se recomienda su almacenamiento en un lugar techado, ambiente fresco, libre de humedad y contaminación.

Se almacenará en pilas de hasta 10 bolsas y se cubrirá con material plástico u otros medios de protección.

#### **b. 2 AGREGADOS**

Se almacenarán o apilarán en forma tal que se prevenga una segregación (separación de las partes gruesas de las finas) o contaminación excesiva con otros materiales o agregados de otras dimensiones.

El control de estas condiciones lo hará el Supervisor, el cual mediante muestras periódicas realizarán ensayos de rutina, en lo que se refiere a calidad y granulometría.

### **C. Dosificación de la mezcla de concreto**

No se permitirá trabajar con relación agua/ cemento mayor de 0.60.

El Contratista al inicio de la obra, hará los diseños de mezcla correspondientes, los cuales deberán estar avalados por algún laboratorio competente especializado, con la historia de todos los ensayos realizados se llegará al diseño óptimo.

Los gastos de estos ensayos correrán por cuenta del Contratista; el diseño de mezcla que proponga el Contratista será aprobado previamente por el Supervisor.

La dosificación será realizada en obra, el equipo empleado deberá tener los dispositivos convenientes para dosificar los materiales de acuerdo al diseño aprobado.

Si el Contratista lo prefiere puede utilizar el sistema de dosificación por peso seco, en planta. En tal caso la dosificación al peso del agua será realizada en obra.

Se deberá guardar uniformidad en cuanto a la cantidad de material por cada tanda lo cual garantizará homogeneidad en todo el proceso y posteriormente respecto a las resistencias.

#### **D. Consistencia del concreto**

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con adecuado grado de trabajabilidad y con la resistencia especificada de manera que ésta se acomode en las esquinas y ángulos de las formas, se utilizará un método de colocación del concreto en la obra, que no permita que se produzca ni segregaciones ni un exceso de agua libre en la superficie.

#### **E. Mezclado de concreto**

Antes de iniciar la preparación de la mezcla, el equipo deberá estar completamente limpio y en perfecto estado de funcionamiento para garantizar la uniformidad de la mezcla en el tiempo prescrito.

El equipo deberá contar con una tolva cargadora, tanque de almacenamiento de agua; así mismo el dispositivo de descarga será el conveniente para evitar la segregación de los agregados.

Si se emplea algún aditivo líquido será incorporado y medido automáticamente, la solución deberá ser considerada como parte del agua de mezclado; si fuera en polvo será medido o pesado por volumen, esto de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; en el caso de emplearse más aditivos, éstos deberán ser incorporados separadamente a fin de evitar reacciones químicas que puedan afectar la eficiencia de cada una de ellos.

El concreto deberá ser mezclado sólo en la cantidad que se vaya a usar de inmediato, el excedente será eliminado. En caso de agregar una nueva carga, la mezcladora deberá ser descargada.

Se prohibirá la adición indiscriminada de agua que aumente el asentamiento medido con el cono de Abrams.

El mezclado deberá continuarse por lo menos durante 1 minuto, después que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio.

#### **F. Colocación del Concreto**

Una vez que los encofrados hayan sido concluidos y antes de iniciar la colocación del concreto, éstos deberán ser mojados y/o aceitados. Toda sustancia extraña adherida al encofrado deberá eliminarse, el encofrado no deberá tener exceso de humedad. Para el vaciado de concreto en placas P1, se dejará una ventana en la parte superior del encofrado y se acomodará el mismo con ayuda de un martillo de caucho.

El acero de refuerzo deberá estar libre de óxidos, aceites, pinturas y demás sustancias extrañas que puedan dañar su comportamiento.

El Supervisor deberá revisar el encofrado, refuerzo y otros, con el fin de que el elemento se construya en óptimas condiciones, asimismo evitar omisiones en la colocación de redes de agua, desagüe, electricidad y otras.

Antes de efectuar cualquier vaciado de concreto, el Contratista informará y solicitará por escrito autorización al Supervisor con 24 horas de anticipación por lo menos.

En general el vaciado se hará siguiendo las normas del Reglamento Nacional de Construcciones del Perú, en cuanto a calidad y colocación del material.

Al inicio y durante la colocación del concreto se tomarán muestras y ensayos para controlar la calidad del concreto. Los ensayos a considerarse, entre otros, incluyen la determinación del asentamiento mediante el cono de Abrams, la elaboración de probetas para el ensayo de compresión, la determinación del volumen de aire incorporado, etc.

#### **G. Consolidación y Fraguado**

Se hará mediante martillos de caucho.

Se preverán puntos de nivelación con referencia al encofrado para así vaciar la cantidad exacta de concreto y obtener una superficie nivelada.

Se deberá considerar las Normas ACI-306 y ACI-695 respecto a condiciones ambientales que influyen en el vaciado.

En el criterio de dosificación del concreto deberá estar incluido, si fuera pertinente, la variación de fragua debido a cambios de temperatura.

## H. Curado

Se realizará por un mínimo de 07 días, durante los cuales se mantendrá el concreto en condición húmeda, esto a partir de las 24 horas del vaciado o del tiempo de desencofrado mínimo estipulado.

Es permitida la utilización de curadores de membrana, previa aprobación de la Supervisión. Se realizarán ensayos certificados para determinar la eficacia del producto.

## I. Ensayos de Resistencia

El muestreo del concreto se hará de acuerdo a ASTM-C172 o a la norma NTP 339.036. La elaboración de la probeta debe comenzar no más tarde de 10 minutos después del muestreo y en una zona libre de vibraciones.

Las probetas serán moldeadas de acuerdo a la Norma NTP 339.033, según el siguiente procedimiento:

- Los moldes serán cilíndricos metálicos de 15cm de diámetro por 30cm de altura; la barra a utilizarse será de fierro liso de 5/8" de diámetro punta semiesférica y de 60cm de longitud.
- Se llena el molde con concreto fresco hasta una altura aproximada de 1/3 de la altura total, compactando a continuación enérgicamente con la barra compactadora mediante 25 golpes uniformemente repartidos en forma de espiral, comenzando por los bordes y terminando en el centro; la compactación se realiza en la misma dirección del eje del molde.
- Después de realizar la compactación de cada capa, la superficie presenta pequeños vacíos, estos deberán cerrarse golpeando suavemente las paredes exteriores del molde con la misma barra o con un martillo de goma.
- Este proceso se repite en las capas siguientes cuidando que los golpes los reciba la capa en formación hasta lograr el llenado completo del molde. En la última capa se coloca material en exceso, de tal manera que después de la compactación pueda enrasarse a tope con el borde superior del molde sin necesidad de añadir más material.

Las probetas de concreto se curarán antes del ensayo conforme a ASTM C-31.

Las pruebas de compresión se registrarán por ASTM C-39.

Se tomarán 6 probetas cilíndricas de cada tipo de concreto ejecutado diariamente; dos ensayos se realizarán, en Laboratorio de Materiales



aprobado por la Supervisión, a los siete días y los otros dos a los 28 días. Dos probetas se guardarán de reserva. Esta cantidad de muestras se podrá disminuir a cuatro a medida que el Contratista presente resultado de ensayos a satisfacción de la Supervisión.

### **Medición y formas de pago**

Los trabajos se cuantificarán en metros cúbicos y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen materiales, equipos, personal, mano de obra especializada y todo lo necesario para su ejecución.

### **Acero de refuerzo $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$**

El acero es un material obtenido de fundición de altos hornos, para el refuerzo de concreto y para concreto pre-fatigado generalmente logrado bajo las normas ASTM-A615, A616, A617; en base a su carga de fluencia  $f_y = 4200\text{ kg/cm}^2$ ., carga de rotura mínimo  $5,900\text{kg/cm}^2$ , elongación de 20cm. mínimo 8%.

#### **1. Varillas de Refuerzo**

Varillas de acero destinadas a reforzar, cumplirán con las normas ASTM-A-15 (varillas de acero de lingote grado intermedio), tendrá corrugaciones para su adherencia con el concreto, el que debe ceñirse a lo especificado en las normas ASTM-A-305.

Las varillas deben estar libres de defectos, dobleces y/o curvas, no se permitirá el redoblado ni enderezamiento del acero obtenido en base a torsiones y otras formas de trabajo en frío.

#### **2. Doblado**

Las varillas de refuerzo se cortarán y doblarán de acuerdo con lo diseñado en los planos; el doblado debe hacerse en frío, no se deberá doblar ninguna varilla parcialmente embebida en el concreto; las varillas de 1/2" se doblarán con un radio mínimo de 2 1/2" diámetro, no se permitirá el doblado ni enderezamiento de las varillas en forma tal que el material sea dañado.

#### **3. Colocación**

Para colocar el refuerzo en su posición definitiva, será completamente limpiado de todas las escamas, óxidos sueltos y de toda suciedad que pueda reducir su adherencia; y serán acomodados en las longitudes y posiciones exactas señaladas en los planos, respetando los espaciamientos, recubrimientos, y traslapes indicados.

Las varillas se sujetarán y asegurarán firmemente al encofrado para impedir su desplazamiento durante el vaciado del concreto, todas estas seguridades se ejecutarán con alambre recocido.

#### **4. Pruebas**

El contratista entregará al Supervisor, un certificado de los ensayos realizados a los especímenes determinados en número de tres por cada 5 toneladas y de cada diámetro, los que deben de haber sido sometidos a pruebas de acuerdo a las normas de ASMT-A370 en la que se indique la carga de fluencia y carga de rotura.

#### **5. Tolerancia**

Las varillas para el refuerzo del concreto tendrán cierta tolerancia; pasada la cual no puede ser aceptado su uso.

1. Tolerancia para su Fabricación:
  - a. En longitud de corte  $\pm 2.5$  cm.
  - b. Para el doblado  $\pm 1.2$  cm.
2. Tolerancia para su Colocación en Obra:
  - a. Cobertura de concreto a la superficie  $\pm 6$ mm.
  - b. Espaciamiento entre varillas  $\pm 6$ mm.
  - c. Secciones de 20cm de profundidad ó menos  $\pm 6$ mm.

La ubicación de las varillas desplazadas a más de un diámetro de su posición o la suficiente para exceder a esta tolerancia, para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo ó materiales empotrados, estará supeditada a la autorización del Inspector de la Obra.

#### **Medición y formas de pago**

La unidad de medida está referida al Kg. de fierro habilitado y colocado y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen materiales, equipos, personal, mano de obra especializada y todo lo necesario para su ejecución.

#### **Encofrado y Desencofrado**

El Contratista realizará el correcto y seguro diseño de los encofrados para las estructuras y trabajos especificados en el Proyecto, teniendo especial atención en respetar los espesores y dimensiones de las secciones, verificar la inexistencia de deflexiones excesivas y que los elementos queden correctamente alineados.

Así mismo, para el diseño de los encofrados se debe tener en cuenta:

1. La velocidad y sistema de vaciado.
2. Características de materiales a utilizar, deformaciones y rigidez en las uniones, etc.
3. Que el encofrado construido no dañe a la estructura de concreto previamente levantada.

No se permitirán cargas que excedan el límite para el cual fueron diseñados los encofrados, asimismo no se permitirá la omisión de los puntales, salvo que esté prevista la normal resistencia sin la presencia del mismo; esto deberá demostrarse previamente por medio de ensayos de probeta y de análisis estructural que justifique la acción.

El desencofrado deberá hacerse gradualmente, estando prohibida las acciones de golpes, esfuerzos y vibraciones no considerados en los diseños o trepidación. Los encofrados y puntales deben permanecer hasta que el concreto recién colocado adquiera la resistencia suficiente para soportar con seguridad las cargas y evitar la ocurrencia de deflexiones permanentes no previstas, así como para resistir daños mecánicos tales como quañaduras y despostillamientos.

El tiempo mínimo para desencofrar será de 24 horas. Jugará un papel importante la experiencia del Contratista, el cual con la aprobación de la Supervisión procederá al desencofrado.

### **Medición y formas de pago**

Los trabajos se cuantificarán en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen materiales, equipos, personal, mano de obra especializada y todo lo necesario para su ejecución.

## **06.00 VARIOS**

### **06.01 Puente de adherencia**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la aplicación de pegamento epóxico en las zonas de contacto entre el concreto nuevo y el concreto existente, para lograr una eficaz adhesión. El puente de adherencia que se usará podrá ser SIKADUR 32 o similar.

#### **Procedimiento**

Antes de aplicar el pegamento epóxico, las superficies del concreto deben encontrarse limpias, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin

impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

El puente de adherencia debe cumplir la norma ASTM-C881: Standard Especification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

El puente de adherencia se puede aplicar con brocha, rodillo o pulverizado sobre la superficie preparada. En superficies húmedas se debe asegurar la aplicación restregando con la brocha.

El concreto fresco debe ser vaciado antes de 2 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el puente de adherencia previa autorización de la Supervisión. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

Durante la manipulación se debe evitar el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Se recomienda el uso de guantes de goma natural o sintética, anteojos de seguridad y mascarilla con filtro para vapores orgánicos.

#### **Medición y Formas de pago**

Los trabajos se cuantificarán en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen la preparación, los materiales, equipos, mano de obra y todo lo necesario para su ejecución en concordancia con las normas, especificaciones y buenas prácticas constructivas.

### **06.02 Mortero epóxico en recubrimiento de abrazaderas**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la aplicación de mortero epóxico similar a SIKAGROUT-212 en las abrazaderas de las columnas, de acuerdo a lo indicado en los planos.

#### **Procedimiento**

Antes de colocar el mortero epóxico, la zona debe encontrarse limpia, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. La proporción de agua debe estar entre 3.3 a 3.9 litros por saco de 30kg. Se debe agregar inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado, luego el mortero epóxico y por último el resto de agua. El mezclado debe prolongarse durante 4 minutos.

La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación. Una vez finalizada la colocación, el mortero epóxico debe curarse un mínimo de 3 días.

Durante la manipulación se debe evitar el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias, se recomienda el uso de guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

### **Medición y Formas de pago**

Los trabajos se cuantificarán en metros lineales y se pagará según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen la preparación, los materiales, equipos, mano de obra y todo lo necesario para su ejecución en concordancia con las normas, especificaciones y buenas prácticas constructivas.

## **06.03 Soldaduras**

**06.03.01 Soldadura:** abrazaderas con acero longitudinal y transversal en columnas y placas respectivamente.

### **Alcance**

Esta partida se ejecutará para lograr el anclaje de las columnas existentes en los muros con la nueva placa P1, así como también el anclaje de las abrazaderas con el acero longitudinal en las columnas a reforzar.

### **Procedimiento**

La simbología para las soldaduras corresponde a la convención definida por las especificaciones del American Welding Society.

En todo momento el Contratista deberá referirse a las especificaciones del AWS, debiendo tomarse las seguridades del personal, materiales y equipos. La mano de obra será especializada y calificada de acuerdo a requerimientos estándares y aprobada por la Supervisión.

La soldadura a emplearse será la indicada en el plano. En todos los casos las soldaduras mínimas de filete a emplearse serán de 5mm, salvo se indique lo contrario.

Las superficies a soldarse deberán estar libres de costras de laminado, escorias, oxidación suelta, grasas, pintura u otra materia extraña.

La separación de las partes a soldarse con soldadura de filete deberá ser la mínima posible, en ningún caso esta separación excederá los 3/16 de pulgada. Si la

separación es 1/16 de pulgada o mayor que el espesor del filete, será incrementado en la dimensión de la separación.

### **Soldadores**

Sólo se emplearán soldadores calificados. El Contratista presentará certificados de trabajo que muestre la experiencia del soldador.

Las soldaduras deberán ser comprobadas radiográficamente en 10%, por muestreo, en los empalmes.

Todas las soldaduras que hayan sido encontradas defectuosas deberán ser nuevamente radiografiadas luego de ser reparadas.

En caso de detectarse defectos en las pruebas tomadas por muestreo, deberán radiografiarse todos los empalmes hasta que los resultados de los ensayos sucesivos caigan por debajo del 10% de defectos, en cuyo caso el muestreo regresará nuevamente al 10%.

### **Medición y Formas de pago**

La medición se realizará por puntos. El pago se efectuará de acuerdo a los precios unitarios del contrato por tipo de punto. Estos montos incluirán los materiales, equipos, mano de obra especializada y todo lo necesario para la buena ejecución del trabajo.

## **III. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARQUITECTURA**

### **01.00 MUROS Y TABIQUES**

#### **01.01 Muros de soja ladrillo KK**

##### **Alcances**

Esta partida comprende los trabajos a realizar para la reposición de muros, así como los materiales, mano de obra y equipo necesario para su correcta ejecución.

##### **Materiales a Utilizarse**

##### **LADRILLOS:**

Serán de arcilla cocida de primera calidad, preferentemente elaborado a máquina, de acabado y dimensionamiento exactos, constante dentro de lo posible. Cualquier tipo de ladrillo usado deberá ser aprobado por el Supervisor antes de ser colocado en obra.

### **MORTERO:**

Los ladrillos se asentarán con mortero, cuya proporción será 1:5 (cemento – arena).

#### **Procedimiento**

El mortero será preparado sólo en la cantidad adecuada para el uso de una hora, no permitiéndose el empleo de morteros remezclados. El batido, se hará en batea de madera, las que deberán estar siempre limpias para garantizar la pureza de la mezcla. Los ladrillos se humedecerán con agua antes de colocarse, de manera que no absorba el agua del mortero que se le coloca.

#### **Medición y Forma de Pago**

Se cuantificará el área de muros levantados en metros cuadrados y se pagará de acuerdo al costo unitario del contrato.

### **02.00 REVOQUES Y ENLUCIDOS**

**02.01** Tarrajeo de muros interiores

**02.02** Tarrajeo de muros exteriores

**02.03** Tarrajeo de columnas

**02.04** Tarrajeo de vigas

**02.05** Tarrajeo de cielo raso con mezcla C:A 1:5

**02.06** Vestidura de derrames, ancho 15cm

**02.07** Bruñas según detalle

#### **Alcance**

Comprende la ejecución de los ítems 02.01, 02.02, 02.03, 02.04, 02.05, 02.06, 02.07.

Los revoques se harán con cemento y arena y se aplicarán sobre los elementos reforzados.

Todos se prepararán con proporciones definitivas de mezcla, con el objeto de presentar una superficie de protección y tener un mejor aspecto de los mismos.

#### **Materiales**

##### **Cemento**

El cemento deberá cumplir la norma ASTM-C150.

##### **Arena**

La arena a usarse en los tarrajeos, siempre y cuando esté seca, deberá pasar el íntegro de la muestra por la criba N° 8, no más del 80% por la criba N° 30, no

más de 20% por la criba N° 50 y no más de 5% por la criba N° 100. Será arena lavada, limpia uniforme con granulometría que sea de fina a gruesa, libre de materiales orgánicos, salitrosos, siendo de preferencia arena de río.

#### Agua

El agua a ser usada en la preparación de mezclas para tarrajeos deberá ser potable y limpia; en ningún caso selenitosa, que no contenga soluciones químicas u otros agregados que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia y durabilidad de las mezclas.

#### **Procedimiento**

Se deberá proyectar de arriba hacia abajo para una buena distribución, evitando así la retención de grandes burbujas de aire. Se deberá agregar la cantidad de agua tal que el material resulte bastante líquido pero sin que se deslice una vez aplicado.

El trabajo se hará con cintas de mortero pobre 1:7 cemento-arena, corridas verticalmente y a lo largo del muro, la mezcla del tarrajeo será en proporción 1:5. Las cintas se aplomarán, sobresaliendo el espesor exacto del tarrajeo y estarán espaciadas a 1m partiendo lo más cerca posible de la unión de las esquinas, luego de rellenado el espacio entre cintas se picarán éstas y en su lugar se rellenarán con mezcla más fuerte que la usada en el tarrajeo, las cintas no deben formar parte del tarrajeo.

Las molduras y tarrajeos se ejecutarán iguales a los existentes.

#### **Medición y Formas de pago**

Los ítems 02.01, 02.02, 02.03, 02.04, 02.05 se cuantificarán en metros cuadrados y los ítems 02.06 y 02.07 se medirán en metros lineales. Ambos se pagarán según los costos unitarios del contrato. Estos montos incluyen la preparación, los materiales, equipos, mano de obra y todo lo necesario para su ejecución en concordancia con las normas, especificaciones y buenas prácticas constructivas.

### **03.00 PISOS Y PAVIMENTOS**

#### **03.01 Contrapiso**

##### **Alcance**

Esta partida comprende la colocación de contrapiso de 48 mm de espesor, para la colocación de los nuevos pisos de baldosas de arcilla.



### **Procedimiento**

El espesor del piso de 48 mm será dividido en dos capas. La primera de mortero cemento-arena en proporción 1:5 de 40 mm de espesor, y la segunda en proporción 1: 2 de 8 mm de espesor, que se colocará estando aun fresca la primera capa.

El contrapiso deberá quedar perfectamente nivelado, uniforme y liso. El curado será durante los siete días consecutivos posteriores al vaciado.

El contrapiso tendrá una resistencia mínima de 110Kg/cm<sup>2</sup>.

La colocación deberá ser aprobada previamente por el Supervisor.

### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá en metros cuadrados y se pagará de acuerdo a los costos unitarios del contrato.

El monto comprende los equipos, herramientas y la mano de obra necesarios para garantizar la correcta ejecución de la partida.

## **03.02 Piso de cemento pulido**

### **Alcance**

Esta partida comprende la colocación del piso de cemento pulido en las zonas donde se efectuaron trabajos de demolición de piso incluido el falso piso, en las zonas donde se ejecutarán los trabajos de zapatas y en zonas donde el piso se encuentre deteriorado.

### **Procedimiento**

El piso de cemento aplicado comprende dos capas:

La primera capa de concreto, tendrá un espesor igual al total del piso terminado, menos el espesor de la segunda capa, y se ejecutará directamente sobre el falso piso.

La segunda capa de mortero que va encima de la primera tendrá un espesor mínimo de 2cm. Esta capa de acabado se aplicará una hora después de terminada la base (aún estando fresca), y se asentará con paleta de madera; antes de planchar su superficie se dejará la mezcla aplicada, por un tiempo no menor de 30 minutos. Los pisos de cemento (pulido - frotachado) irán bruñados en ambos sentidos y deben ser curados convenientemente con riegos constantes, aplicándole abundante agua durante los cinco días después de su vaciado.

#### MEZCLA:

Se utilizará una mezcla de cemento – arena en proporción.

- a) La primera capa o base, será mortero 1:4
- b) La segunda capa o base, será mortero 1:2

Para un acabado pulido bruñado se efectuará El acabado con paleta metálica libre de huellas y otras marcas, espolvoreándose polvo de cemento hasta obtener un acabado pulido y liso.

#### Medición y Formas de pago

Esta partida se medirá en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### 03.03 Veredas de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , espesor (e) de 4", frotachado y bruñado

#### Alcance

Esta partida comprende los trabajos de reposición de veredas en las zonas de entrada a las aulas.

#### Procedimiento

Se empleará concreto simple de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia característica, colocándose previamente una base de afirmado de 15 cm de espesor. El porcentaje de compactación no será menor al 100% de la máxima densidad seca del proctor modificado (AASHTO-T-180) para las bases y las sub-base. En todos los casos la humedad del material seleccionado y compactado, estará comprendido en el rango de +1% de la humedad óptima del proctor modificado.

#### Medición y Formas de pago

Esta partida se medirá en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **03.04 Contrazócalo de cemento pulido (H = 15 cm y e = 1.5cm)**

#### **Alcance**

Consistirá en un revoque pulido, ejecutado con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 ajustándose a los perfiles y dimensiones indicadas en los planos. En caso de no especificarse detalle especial, estos serán rectos de 15 cm. de altura y 1.5 cm. de espesor y con el recorte superior ligeramente boleado para evitar roturas de filos.

#### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá en metros lineales y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **04.00 MONTAJES**

**04.01** Montajes de puertas de madera existentes

**04.02** Montajes de ventanas metálicas existentes

**04.03** Desmontaje y montaje de vidrios

#### **Alcance**

Esta partida comprende las reposiciones de las puertas de madera, ventanas metálicas y vidrios (ítems 04.01, 04.02, 04.03); que fueron desmontados con el fin de permitir la buena ejecución de los trabajos.

Los montajes deberán efectuarse de tal manera que todos los elementos se instalen en el mismo lugar y en similares condiciones a las que se encontraban inicialmente.

#### **Procedimiento**

Todos los elementos de carpintería se ceñirán exactamente a los cortes, detalles y medidas indicados en los planos. Este trabajo será ejecutado siempre por operarios especializados.

El modelo puede tener ciertas variantes de acuerdo a los accesorios disponibles en el mercado local, razón por la cual todo cambio deberá ser aprobado por el Ingeniero Supervisor.

El lijado de la madera se ejecutará en el sentido de la hebra.

Todo trabajo de madera será entregado en obra bien lijado hasta un pulido fino impregnado, listo para recibir su acabado final.

La fijación de las puertas y molduras de marco no se llevara a cabo hasta que se haya concluido el trabajo de revoques del ambiente. Ningún elemento de madera será colocado en obra sin la aprobación previa del Ingeniero.

Todos los elementos de madera serán cuidadosamente protegidos de golpes, abolladuras o manchas, hasta la entrega de la obra, siendo de responsabilidad del Contratista el cambio de piezas dañadas por la falta de tales cuidados.

La colocación de vidrios será por cuenta de operarios especializados escogidos por el Contratista, el cual se responsabilizará por los daños e imperfecciones.

Las características serán: transparentes, impecables, exentos de burbujas, manchas y otras imperfecciones; las cuales serán condiciones que garanticen la calidad del mismo.

El Contratista garantizará la integridad de los vidrios hasta la entrega final de la obra.

### **Medición y Formas de pago**

El ítem 04.01 se medirá por unidad (pieza), los ítems 04.02 y 04.03 se medirán en metros cuadrados; el pago se realizará de acuerdo a los costos unitarios del contrato. El pago comprende la mano de obra, equipos y herramientas necesarias para la correcta ejecución de la partida.

## **05.00 PINTURA**

**05.01** Pintura látex (dos manos) en cielo raso, vigas derrames y bruñas

**05.02** Pintura látex en muros y columnas

**05.03** Pintura anticorrosiva y esmalte (dos manos) en carpintería metálica

**05.04** Pintura barniz en carpintería de madera

**05.05** Pintura esmalte (dos manos) en contrazócalo de cemento H = 15cm

### **Alcance**

Comprende el pintado de los elementos intervenidos en la estructura existente, tal como se menciona en los ítems 05.01, 05.02, 05.03, 05.04 y 05.04; así como también incluye el pintado de la nueva estructura.

Deberá tenerse en cuenta los acabados y colores existentes.

### **Procedimiento**

#### **A. Preparación de las Superficies**

Las superficies deberán estar limpias y secas antes del pintado. Deberá considerarse 7 días como mínimo para la aplicación de la pintura, previa

autorización del Supervisor. Se procederá a un lijado verificando que no quede material suelto adherido al paramento.

Las superficies con ligeras imperfecciones serán resanadas con un mayor grado de enriquecimiento del material.

Las superficies que llevarán pintura látex; previamente se les aplicará un sellador para paredes blanco, para imprimir la superficie nueva (sin pintura) o previamente pintadas, antes del acabado final.

El sellador a utilizar deberá ser de la misma calidad de la pintura látex a aplicar.

Los elementos de madera serán cepillados y lijados con distintas graduaciones, según la calidad de la madera, los nudos y contrahebras se recubrirán con una mano de goma laca y se emparejará con aceite de linaza, para finalmente proceder a la aplicación de dos manos de Barniz normal o Barniz T-S1 Transparente (Para zonas alejadas del mar).

El Contratista deberá proteger convenientemente los elementos vecinos al área a pintarse que no forman parte de los trabajos cubiertos en el alcance del contrato.

## **B. Aplicación de la pintura**

Se aplicarán dos (2) capas de pintura de 1.5 micras cada una.

No se iniciará la segunda mano hasta que la primera haya secado. La operación podrá hacerse con brocha, pulverizantes o rodillos, el trabajo concluirá cuando las superficies queden perfectas.

Cada capa deberá quedar completamente regular, sin grumos ni lagrimeos que afecten la apariencia. En general, todas las superficies de albañilería, carpintería de madera y de metal, que fueran afectadas sin estar incluidas en los alcances del contrato, serán responsabilidad y a cuenta del Contratista. A continuación se dan especificaciones a tomarse en cuenta en estos casos:

- Se deberá tomar las precauciones para evitar daños por efectos del sol directo y de las lluvias, después de concluida las actividades de pintado.
- Con relación a la calidad de las pinturas látex a base de látex acrílico y pigmentos de alta calidad, se podrán usar tipo Vencelátex (VENCEDOR), Excello Látex (SHERWIN WILLIAMS), Tecknomate (TEKNO), Superlátex (FAST) o de similares Especificaciones Técnicas.

- El sellador para muros a base de látex acrílico de marca SHERWIN WILLIAMS, TEKNO u otro de similar consistencia y calidad.
- Para efectos de mantenimiento llegarán a la obra en sus envases originales e intactos, se deberá evitar asentamientos por medio de un batido previo a la aplicación y así garantizar uniformidad en el color.

### **Medición y Formas de pago**

Los trabajos se cuantificarán en metros cuadrados y se pagará según los costos unitarios del contrato.

Este monto comprende los equipos, herramientas y mano de obra necesarios para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

## **06.00 VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA**

### **06.01 Colocación en la junta de dilatación: espuma plástica más jebe microporoso**

#### **Alcance**

Esta partida comprende la colocación de la espuma plástica y el jebe microporoso en las juntas sísmicas (ver detalle de colocación en plano E-04).

#### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá en metros lineales y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **06.02 Pizarra cemento sin ticero.**

#### **Alcance**

La pizarra de 5.00x1.20m se construirá sobre el muro frotachado y sobre éste va la pasta mural, luego el Sellador Blanco para muros y por último se aplicará la pintura verde para pizarra, la misma que se aplicará de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

#### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá por pieza y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

### **06.03 Ticero de madera tornillo (L = 5m) barnizado**

#### **Alcance**

Este acápite se refiere a la preparación, ejecución y colocación del ticero de madera tornillo.

Se utilizará exclusivamente madera tornillo nacional de primera calidad, seca, tratada y habilitada sin enfermedades comunes o cualquier otra imperfección que afecte su resistencia o apariencia. En ningún caso se aceptará madera húmeda.

Toda la madera será preservada con Pentanoclorofenol, pintura de plomo o similares, teniendo mucho cuidado de que la pintura no se extienda en la superficie que va a tener acabado natural, igualmente en el momento de corte y en la fabricación de un elemento en el taller recibirá una o dos manos de linaza, salvo la madera empleada como auxiliar. Este trabajo podrá ser ejecutado en taller o en obra, pero siempre por operarios especializados.

Es exigencia del Supervisor que la madera se reciba así en la obra.

Toda la madera empleada deberá estar completamente seca, protegida del sol y de la lluvia todo el tiempo que sea necesario.

Las piezas serán acopladas y colocadas perfectamente a fuerte presión, debiéndose siempre obtener un ensamblaje perfectamente rígido y con el menor número de clavos, los cuales serán suprimidos en la mayoría de los casos.

#### **Medición y Formas de pago**

Esta partida se medirá por pieza y se pagará según los costos unitarios del contrato. Dicho monto comprende los equipos y herramientas necesarias y la mano de obra necesaria para garantizar la buena y correcta ejecución de esta actividad.

## **METRADOS**

Los metrados se han elaborado efectuado en conformidad al Reglamento de Metrados para obras de edificaciones contenido en el DS N° 013 – 79 VC; se ha completado las partidas con aquellas propias a proyectos de reforzamiento.

Las cantidades se han obtenido de los planos del proyecto elaborado con fecha agosto del 2004. Las mermas y desperdicios no se incluyen en los metrados.



HOJA DE METRADOS								
Obra	ESTUDIO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MODULO PIBA 87 - 2 NIVELES DEL CENTRO EDUCATIVO N° 3006							
Fórmula	ESTRUCTURAS							
De part.	LIMA	Dist.:	RIMAC	FECHA:	21/08/2004			
Item	Descripción	Unid.	N°Vez	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total
<b>ESTRUCTURAS</b>								
01.00.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>							
01.01.01	ALMACEN OFICINA Y GUARDIANA	GBL					1.00	1.00
01.01.02	CARTEL DE OBRA 2.40x3.60	PZA					1.00	1.00
01.01.03	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS	M	2.00	20.25	16.00		72.50	72.50
01.01.04	INSTALACIONES PROVISIONALES (AGUA, LUZ)	GBL					1.00	1.00
02.00.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>							
02.01.00	<b>LIMPIEZA PERMANENTE</b>	GLB						1.00
02.02.00	<b>APUNTALAMIENTO DE TECHOS</b>	M2						108.90
	1º PISO		2.00	6.05	8.00		60.50	
	2º PISO		2.00	6.05	6.00		48.40	
02.03.00	<b>APUNTALAMIENTO DE VIGAS</b>	M2						17.76
	1º PISO		2.00	5.40	0.40		4.32	
	2º PISO		2.00	5.70	0.40		4.56	
	2º PISO						8.88	
02.04.00	<b>DEMOLICIONES</b>							
02.04.01	DEMOLICION DE PISO INCLUIDO FALSO PISO	M2						23.59
			2.00	6.10	0.95		11.59	
			4.00	3.00	1.00		12.00	
02.04.02	DEMOLICION DE SOBRECIMIENTO	M3	4.00	2.70	0.50	0.50	2.70	2.70
02.04.03	DEMOLICION DE ZAPATAS	M3	4.00	2.70	0.80	1.00	8.64	8.64
02.04.04	DEMOLICION MUROS DE ALBAÑILERIA	M2						95.28
	1º PISO		2.00	5.30	3.00		31.80	
			8.00	0.60	2.10		10.08	
			8.00	0.60	1.20		5.76	
	2º PISO		2.00	5.30	3.00		31.80	
			8.00	0.60	1.20		5.76	
			8.00	0.60	2.10		10.08	
02.05.00	<b>PICADOS</b>							
02.05.01	PICADO DE RECUBRIMIENTO DE COLUMNAS	M2						94.50
	EJES A Y E (1º Y 2º PISO)		4.00	1.30	7.50		39.00	
			2.00	1.10	7.50		16.50	
	EJES B Y D		4.00	1.30	7.50		39.00	
02.05.02	PICADO DE RECUBRIMIENTO DE VIGAS	M2						20.52
	EJES A Y E (1º Y 2º PISO)		2.00	0.85	5.40		9.18	
			2.00	1.05	5.40		11.34	
02.05.03	PERFORACION CON BROCA DIAMANTADA Ø 5/8" F= 12.5 CM	UND						856.00
	EN VIGAS PARA PLACA P1 1º						344.00	
	EN VIGAS PARA PLACA P1 2º						344.00	
	COLUMNAS C-3						168.00	
02.05.04	LIMPIEZA DE SUPERFICIES CICHORROS DE AGUA Y/O AIRE COMP	M2						151.10
	LIMPIEZA EN PLACAS P-1		4.00	1.10	7.50		33.00	
			2.00	1.30	7.50		19.50	
	LIMPIEZA EN COLUMNAS C-3		4.00	1.30	7.50		39.00	
	LIMPIEZA VIGAS		4.00	1.80	7.00		50.40	
	LIMPIEZA LOSA		2.00	0.50	7.00		7.00	
			4.00	0.50	1.10		2.20	
02.05.05	LIBERAR Y/O LIMPIAR JUNTA ENTRE COLUMNA Y COLUMNETA	M						100.80
			16.00	1.20			19.20	
			8.00	2.10			16.80	
			8.00	2.10			16.80	
			1.00	48.00			48.00	
02.05.06	TRASLADO DE ELEMENTOS RETIRADOS	gbl						1.00
02.05.07	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gbl						1.00
02.05.08	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	M2					112.13	112.13
02.06.00	<b>DESMONTAJES</b>							
02.06.01	DESMONTAJE DE VENTANAS METÁLICAS	M2						66.96
	1º PISO (VISTA FRONTAL)		2.00	3.00	1.50		9.00	
			2.00	4.00	1.50		12.00	
	1º PISO (VISTA POSTERIOR)		4.00	4.00	0.60		9.60	
			8.00	0.90	0.40		2.88	
	2º PISO (VISTA FRONTAL)						21.00	
	2º PISO (VISTA POSTERIOR)						12.48	
02.06.02	DESMONTAJE DE PUERTA DE MADERA	M2						10.80
	1º Y 2º PISO		4.00	1.00	2.70		10.80	

HOJA DE METRADOS								
Obra	ESTUDIO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MODULO PIBA 87 - 2 NIVELES DEL CENTRO EDUCATIVO N° 3006							
Fórmula	ESTRUCTURAS							
Depart.	LIMA	Dist.:	RIMAC	FECHA:	21/08/2004			
Item	Descripción	Unid.	N°Vez	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total
03.00.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
03.01.00	EXCAVACION ZANJAS DE ZAPATAS DF=1.20 M	M3						45.87
	Z-1		2.00	7.25	1.55	1.40	31.47	
	Z-2		4.00	3.00	1.50	0.80	14.40	
03.02.00	ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE DEMOLICIONES Y EXCAV.	M3						262.56
	MUROS						104.81	
	PICADOS						113.40	
	PERFORACIONES						4.28	
	PISOS						2.59	
	SOBRECIMIENTO						3.24	
	CIMENTOS						10.37	
03.03.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	M3						258.60
03.04.00	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3						3.96
	EN ZAPATAS: Z-1		4.00	3.00	1.40	0.10	1.68	
	EN ZAPATAS: Z-2		2.00	6.50	1.75	0.10	2.28	
04.00.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>							
04.01.00	SOLADO PARA ZAPATAS H=0.10 M	M2						17.60
	Z-1		2.00	7.25	0.80		11.60	
	Z-2		8.00	1.50	0.50		6.00	
04.03.00	FALSO PISO: CONCRETO C:H 1:8 e=4"	M2						37.60
	EN Z-1		4.00	4.00	1.10		17.60	
	EN Z-2		8.00	1.25	2.00		20.00	
05.00.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>							
05.01.00	ZAPATAS: CONCRETO FC= 210 KG/CM2	M3						34.63
	Z-1		4.00	3.00	1.50	0.80	14.40	
	Z-2		2.00	7.25	1.55	0.90	20.23	
05.02.00	ZAPATAS: ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG						753.74
	EN Z-1: $\phi = 3/4"$	m	32.00	2.00			64.00	
		m	8.00	7.50			60.00	
	EN Z-2: $\phi = 3/4"$	m	7.00	3.20			22.40	
		m	13.00	1.60			20.80	
05.03.00	FLACAS: CONCRETO FC= 210 KG/CM2	M3						9.48
	P-1		2.00	5.85	5.40	0.15	9.48	
05.04.00	FLACAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						169.78
			4.00	5.40	6.55		169.78	
05.05.00	FLACAS: ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG						988.86
	$\phi = 3/8"$	m	16.00	7.50			240.00	
	$\phi = 1/2"$	m	49.00	8.50			833.00	
05.06.00	COLUMNAS: CONCRETO FC= 210 KG/CM2	M3						10.72
	EN P-1		4.00	0.65	0.10	5.85	1.52	
			2.00	0.55	0.10	5.85	0.64	
	COLUMNAS C-3		4.00	0.26		5.85	6.00	
	COLUMNETAS C-4							
	1° PISO		8.00	0.40	0.14	1.20	0.54	
			8.00	0.40	0.14	2.10	0.94	
	2° PISO		8.00	0.40	0.14	1.20	0.54	
			8.00	0.40	0.14	1.20	0.54	
05.07.00	COLUMNAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						201.75
	EN P-1		2.00	3.25	5.85		45.63	
	COLUMNAS C-3		4.00	3.00	5.85		84.24	
	COLUMNETAS C-4		8.00	1.04	1.20		11.98	
			8.00	1.04	2.10		20.97	
			8.00	1.04	1.20		11.98	
			8.00	1.04	2.70		26.96	

HOJA DE METRADOS								
Obra	ESTUDIO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO PIBA 87 - 2 NIVELES DEL CENTRO EDUCATIVO N° 3006							
Fórmula	ESTRUCTURAS							
Depart.	LIMA	Dist.:	RIMAC	FECHA:	21/09/2004			
Item	Descripción	Unid.	N°Vez	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total
05.08.00	COLUMNAS: ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG						774.14
	SEMIABRAZADERAS: $\varnothing = 1/2"$ EN P-1		2.00	60.00			126.00	
	EN C-3: $\varnothing = 1/2"$		10.00	3.95			41.48	
			10.00	3.30			34.65	
	EN C-3: $\varnothing = 3/8"$		4.00	4.10			17.22	
			4.00	3.50			14.70	
	ESTRIBOS : ABRAZADERAS $\varnothing = 1/2"$		36.00	2.60			98.28	
	COLUMNETAS C-4							
	$\varnothing = 1/4"$		32.00	4.80			161.28	
			8.00	5.40			45.36	
	$\varnothing = 1/2"$		32.00	6.40			215.04	
			8.00	10.00			84.00	
	PUENTE: $\varnothing = 1/2"$		36.00	2.40			90.72	
05.09.00	VIGAS: CONCRETO FC= 210KG/CM2	M3						2.68
	EN P-1 : 1° PISO		2.00	5.40	0.90	0.10	0.97	
	2° PISO		2.00	5.40	0.90	0.10	0.97	
	VIGAS SOLERAS		4.00	0.10	0.14	2.30	0.13	
			12.00	0.10	0.14	3.50	0.59	
05.10.00	VIGAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						27.30
	EN P-1		4.00	5.40	0.30		7.78	
	SOLERAS		8.00	2.00	0.15	1.20	3.46	
			24.00	3.10	0.15	1.20	16.07	
05.11.00	VIGAS: ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG						70.87
	EN SOLERAS: $\varnothing = 1/4"$		4.00	1.40			5.62	
			12.00	2.18			26.21	
	$\varnothing = 3/8"$		4.00	4.80			19.20	
			12.00	7.44			89.28	
06.00.00	VARIOS							
06.01.00	EPOXICO CONCRETO NUEVO -CONCRETO VIEJO (SIKADUR)	M2						77.07
	FLACAS						28.08	
	VIGAS						11.65	
	COLUMNAS						37.34	
06.02.00	MOTERO EPOXICO PARA ANCLAJE	ML						170.00
			40.00	1.20			48.00	
			40.00	0.80			32.00	
			48.00	0.15			7.20	
			96.00	0.15			14.40	
			288.00	0.20			57.60	
			72.00	0.15			10.80	
06.03.00	SOLDADURAS							
06.03.01	SOLDADURA DE ABRAZADERAS EN FLACAS Y COLUMNAS	PTO						2,448.00
	FLACA: P-1		36.00	36.00			1,296.00	
	COLUMNA C-3		36.00	32.00			1,152.00	

HOJA DE METRADOS								
Obra	ESTUDIO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MODULO PIBA 87 - 2 NIVELES DEL CENTRO EDUCATIVO Nº 3006							
Fórmula	ARQUITECTURA							
Depart.	LIMA	Dist.:	RIMAC	FECHA:	21/08/2004			
Item	Descripción	Unid.	Nº Vez	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total
<b>ARQUITECTURA</b>								
<b>01.00.00</b>	<b>MUROS Y TABIQUES</b>							
01.01.00	MUROS LADRILLOS K.K. SOGA	M2						30.24
			24.00	1.10	0.60		15.84	
			12.00	0.60	2.00		14.40	
<b>02.00.00</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>							
02.01.00	TARRAJEOS MUROS INTERIOR Y EXTERIOR	M2						143.52
	PLACAS		4.00	5.40	3.00		64.80	
			4.00	5.40	3.00		64.80	
	MUROS ALEFIZER		8.00	1.10	0.60		5.28	
			4.00	2.50	0.60		6.00	
			4.00	1.10	0.60		2.64	
02.02.00	TARRAJEOS DE COLUMNAS	M2						123.20
	EN P-1		12.00	1.15	2.00		27.60	
			12.00	0.80	1.00		9.60	
	EN C-3		4.00	2.70	6.00		64.80	
	COLUMNETAS C-4		16.00	1.10	0.25		4.40	
			16.00	2.00	0.25		8.00	
			16.00	1.10	0.25		4.40	
			16.00	1.10	0.25		4.40	
02.03.00	TARRAJEOS DE VIGAS	M2						26.25
	CON PLACA P-1		4.00	6.50	0.25		6.50	
			4.00	6.50	0.10		2.60	
	VIGAS FRONTAL		8.00	1.10	0.25		2.20	
			32.00	0.60	0.10		1.92	
	SOLERAS		4.00	2.05	0.34		2.79	
			12.00	2.51	0.34		10.24	
02.04.00	CIELO RASO CON MEZCLAC. 1:5	M2						25.96
	PLACA		2.00	6.05	2.00		24.20	
	COLUMNAS		8.00	1.10	0.20		1.76	
02.05.00	DERRAMES	ML						150.40
02.06.00	BRUÑAS SEGÚN DETALLE	ML						107.20
<b>03.00.00</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>							
03.01.00	CONTRAPISO	M2						21.38
			2.00	6.05	0.80		9.68	
			8.00	1.50	0.50		6.00	
			1.00	2.00	2.85		5.70	
03.02.00	FISO DE CEMENTO PULIDO	M2						21.38
03.03.00	VEREDA DE CONCRETO 175 KG/CM2; FROTACHADO Y BRUÑADO	M2						15.68
			8.00	1.50	0.50		6.00	
			2.00	6.05	0.80		9.68	
03.04.00	CONTRAZOCALO CEMENTO PULIDO H=0.15M e=1.5CM	M						73.80
			4.00	18.45			73.80	
<b>04.00.00</b>	<b>MONTAJES</b>							
04.01.00	MONTAJE DE PUERTAS DE MADERA EXISTENTES	UND						4.00
04.02.00	MONTAJE DE VENTANAS METÁLICAS EXISTENTES	M2						68.76
			4.00	2.00	1.80		14.40	
			8.00	1.80	3.02		43.49	
			4.00	0.80	3.02		10.87	
04.03.00	DESMONTAJE Y MONTAJE DE VIDRIOS	M2						68.76
<b>05.00.00</b>	<b>PINTURA</b>							
05.01.00	PINTURA LATEX EN CIELO RASO, VIGAS, DERRAMES Y BRUÑAS	M2						68.32
05.02.00	PINTURA LATEX EN MUROS Y COLUMNAS	M2						266.72
05.03.00	PINTURA ANTICORROSIVA Y ESMALTE EN CARPINTERIA METALICA	M2						68.76
05.04.00	PINTURA BARNIZ DOS MANOS EN CARPINTERIA DE MADERA	M2						21.60
05.05.00	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALO DE CEMENTO	M2						73.80
<b>06.00.00</b>	<b>VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA</b>							
06.01.00	COLOCACION EN LA JUNTA DE DILATACION: ESPUMA FLASTICA	M						66.20
	MAS JEBE MICROPOROSO		16.00	1.20			19.20	
			8.00	2.10			16.80	
			8.00	2.70			21.60	
			1.00	8.60			8.60	
08.03.00	PZARRA DE CEMENTO 5.0X1.20 SN TISERO	FZA						4.00
04.02.00	TICERO DE MADERA CEDRO (L=5M) BARNIZADO	UND						4.00

Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el Distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E N° 3006

Autor: Bach. Ing° Danner Aleksei Juape Chamaya

## **MONTO REFERENCIAL**

### Hoja resumen

---

**Obra** 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
**Localización** 150128 RIMAC  
**Fecha Al** 01/07/2004  
**Metrados** BACH ING° DANNER JUAPE CHAMAYA

---

#### Presupuesto base

01	ESTRUCTURAS	91,026.36
02	ARQUITECTURA	22,845.70

<b>MONTO PRESUPUESTO BASE</b>	<b>S/.</b>	<b>113,872.06</b>
-------------------------------	------------	-------------------

SON : CIENTO TRECE MIL OCHOCIENTOS SETENTIDOS Y 06/100

<b>MATERIALES</b>	<b>S/.</b>	<b>32,001.20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>S/.</b>	<b>34,952.70</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>S/.</b>	<b>12,788.40</b>

COSTO DIRECTO	79,742.34
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)	15,948.47

SUBTOTAL	95,690.81
IGV	18,181.25

<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>113,872.06</b>
--------------------------	-------------------

Nota : Los costos unitarios sin I.G.V. son vigentes al : 01/07/2004

Los precios de los materiales fueron cotizados en la ciudad de : LIMA, 01 DE JULIO DEL 2,004

## TESIS DE INVESTIGACION

## Presupuesto

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS  
 Cliente INFES  
 Departamento LIMA Provincia LIMA Tarjeta 0001 Costo al 01/07/2004  
 Distrito RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
01.01.00	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA (*)	GLB	1.00	400.00	400.00		
01.02.00	CARTEL DE OBRA 2.40X3.60	PZA	1.00	318.84	318.84		
01.03.00	CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS	M	72.50	8.02	581.45		
01.04.00	INSTALACIONES PROVISIONALES (AGUA, LUZ)	GLB	1.00	400.00	400.00		1,700.29
02.00.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
02.01.00	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	GLB	1.00	200.00	200.00		
02.02.00	APUNTALAMIENTO DE TECHOS	M2	108.90	12.28	1,337.29		
02.03.00	APUNTALAMIENTO DE VIGAS **	M	17.76	13.87	246.33		
02.04.00	<b>DEMOLICION</b>						
02.04.01	DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO INCL. FALSO PISO	M2	23.59	23.44	552.95		
02.04.02	DEMOLICION DE SOBRECIMENTOS	M3	2.70	34.31	92.64		
02.04.03	DEMOLICION DE ZAPATAS DE CONCRETO	M3	8.64	27.05	233.71		
02.04.04	DEMOLICION DE MUROS ALB.- CABEZA	M2	63.60	7.86	499.90		
02.04.05	DEMOLICION DE MUROS ALB.- SOGA	M2	31.68	6.29	199.27	1,578.47	
02.05.00	<b>PICADOS</b>						
02.05.01	PICADO DE RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS	M2	94.50	11.23	1,061.24		
02.05.02	PICADO RECUBRIMIENTO DE VIGAS	M2	20.52	13.10	268.81	1,330.05	
02.06.00	<b>DESMONTAJES</b>						
02.06.01	DESMONTAJE DE VENTANAS METALICAS	M2	66.96	5.36	358.91		
02.06.02	DESMONTAJE DE PUERTAS DE MADERA	M2	10.80	6.43	69.44		
02.07.00	PERFORACION CON C/BROCA DIAMANTINA DE 5/8" L=12.5 UND	CM	832.00	5.86	4,875.52		
02.08.00	LIMPIEZA DE SUPERFICIES C/CHORROS DE AGUA Y/O AIRE COMPRIMIDO	M2	151.10	4.84	731.32		
02.09.00	LIBERAR Y/O LIMPIAR JUNTA ENTRE COLUMNA Y M COLUMNETA	M	66.60	6.06	403.60		
02.10.00	TRANSLADO DE ELEMENTOS RETIRADOS	GLB	1.00	364.57	364.57		
02.11.00	NIVELACION, TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	112.13	1.73	193.98	6,997.34	11,689.48
03.00.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
03.01.00	EXCAV.ZANJAS PARA ZAPATAS Rt >2 kg/cm2 h= < 1.0m	M3	45.87	25.72	1,179.78		
03.02.00	ACARREO INTERNO, MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	DE M3	151.66	8.74	1,325.51		
03.03.00	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	M3	147.70	17.35	2,562.60		
03.04.00	RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO MATERIAL PROPIO	M3	3.96	10.02	39.68		5,107.57
04.00.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>						
04.01.00	SOLADO PARA ZAPATAS DE e=2", MEZ 1:12 CEM/HORM	M2	17.60	16.43	289.17		
04.02.00	FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"	M2	37.60	19.44	730.94		1,020.11
05.00.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
05.01.00	ZAPATAS.- CONCRETO 210 KG/CM2	M3	34.63	238.46	8,257.87		
05.02.00	ZAPATAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	744.74	3.32	2,472.54		
05.03.00	PLACAS, CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (*)	M3	9.48	299.34	2,837.74		
05.04.00	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	169.78	24.03	4,079.81		
05.05.00	PLACAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	988.86	3.32	3,283.02		
05.06.00	COLUMNAS.-CONCRETO 210 KG/CM2 (*)	M3	10.72	286.01	3,066.03		
05.07.00	COLUMNAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (*)	M2	201.75	24.48	4,938.84		
05.08.00	COLUMNAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	774.14	3.32	2,570.14		
05.09.00	VIGAS.- CONCRETO 210 KG/CM2 (*)	M3	2.66	250.91	667.42		
05.10.00	VIGAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	27.30	27.13	740.65		
05.11.00	VIGAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	70.87	3.32	235.29		33,149.35
06.00.00	<b>VARIOS</b>						
06.01.00	EPOXICO CONCRETO NUEVO-CONCRETO VIEJO	M2	77.07	13.19	1,016.55		
06.02.00	MORTERO EPOXICO (SIKAGROUT-212)	M	170.00	10.94	1,859.80		
06.03.00	<b>SOLDADURAS</b>						

### Presupuesto

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS  
Cliente INFES  
Departamento LIMA Provincia LIMA  
Tarjeta 0001 Costo al 01/07/2004  
Distrito RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
06.03.01	SOLDADURA: ABRAZADERAS C/ACERO LONG. Y PTO TRANSVERSAL EN COLUMNAS Y PLACAS		2,448.00	3.35	8,200.80	8,200.80	11,077.15
	COSTO DIRECTO						63,743.95
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						12,748.79
	SUBTOTAL						76,492.74
	IGV						14,533.62
	PRESUPUESTO TOTAL						91,026.36

**SON : NOVENTIUN MIL VEINTISEIS Y 36/100 NUEVOS SOLES**



## TESIS DE INVESTIGACION

## Presupuesto

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 02 ARQUITECTURA

Cliente INFES

Departamento LIMA

Provincia LIMA

Tarjeta 0001

Costo al 01/07/2004

Distrito RIMAC

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>MUROS Y TABIQUES</b>						
01.01.00	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV SOGA M:1:1:4 E=1.5 CM (**)	M2	30.24	32.05	969.19		969.19
02.00.00	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>						
02.01.00	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	61.76	11.60	716.42		
02.02.00	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	81.80	12.68	1,037.22		
02.03.00	TARRAJEO DE COLUMNAS	M2	123.20	12.59	1,551.09		
02.04.00	TARRAJEO DE VIGAS	M2	26.25	19.43	510.04		
02.05.00	CIELO RASO CON MEZCLA C:A 1:5 (*)	M2	25.96	16.73	434.31		
02.06.00	VESTIDURA DE DERRAMES 1:5 (15 CM)	M	150.40	4.79	720.42		
02.07.00	BRUÑAS SEGUN DETALLE	M	107.20	4.60	493.12		5,462.62
03.00.00	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>						
03.01.00	CONTRAPISO DE 48mm	M2	21.38	17.23	368.38		
03.02.00	PISO DE CEMENTO PULIDO 2"	M2	21.38	18.51	395.74		
03.03.00	VEREDAS DE CONCRETO FC= 175 KG/CM2. E=4", FROT. Y BRUÑADO	M2	15.68	34.12	535.00		
03.04.00	CONTRAZOCALO CEMENTO H=0.15 M e=1.5 CM	M	73.80	5.16	380.81		1,679.93
04.00.00	<b>MONTAJES</b>						
04.01.00	MONTAJE DE PUERTAS DE MADERA EXISTENTES	UND	4.00	85.78	343.12		
04.02.00	MONTAJE DE VENTANAS EXISTENTES	M2	68.76	19.36	1,331.19		
04.03.00	DESMONTAJE Y MONTAJE DE VIDRIOS	M2	68.76	8.19	563.14		2,237.45
05.00.00	<b>PINTURA</b>						
05.01.00	PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO, VIGAS, M2 DERRAMES Y BRUÑAS	M2	101.28	7.42	751.50		
05.02.00	PINTURA LATEX EN MUROS Y COLUMNA	M2	266.72	7.98	2,128.43		
05.03.00	PINTURA ANTICOR. Y ESMALTE 2 MANOS EN CARPINTERIA METALICA	M2	68.76	9.83	675.91		
05.04.00	PINTURA BARNIZ EN CARPINTERIA DE MADERA	M2	21.60	17.17	370.87		
05.05.00	PINTURA ESMALTE 2 MANOS EN CONTRAZOCALO DE M CEMENTO H=0.10	M2	73.80	1.22	90.04		4,016.75
06.00.00	<b>VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA</b>						
06.01.00	COLOCACION EN JUNTA D/DILATACION: ESPUMA PLASTICA M + JEBE MICROPOROSO	M	66.20	12.35	817.57		
06.02.00	PIZARRA CEMENTO 5.00x1.20 SIN TICERO	PZA	4.00	127.79	511.16		
06.03.00	TICERO DE MADERA TORNILLO (L=5 M) BARNIZADO	UND	4.00	75.93	303.72		1,632.45
	COSTO DIRECTO						15,998.39
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (20.00%)						3,199.68
	SUBTOTAL						19,198.07
	IGV						3,647.63
	PRESUPUESTO TOTAL						22,845.70

SON : VEINTIDOS MIL OCHOCIENTOS CUARENTICINCO Y 70/100 NUEVOS SOLES

## **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**Análisis de precios unitarios**

**Obra** 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
**Fórmula** 01 ESTRUCTURAS **Fecha** 01/07/2004

**Partida** 01.01.00 ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA (\*)  
**Rendimiento** 8.000 GLB/DIA **Costo unitario directo por : GLB** 400.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
471002	MANO DE OBRA - A	GLB	8.00	1.0000	200.00	200.00
<b>200.00</b>						
<b>Materiales</b>						
430199	MADERA TORNILLO - A	GLB		1.0000	200.00	200.00
<b>200.00</b>						

**Partida** 01.02.00 CARTEL DE OBRA 2.40X3.60  
**Rendimiento** 2.000 PZA/DIA **Costo unitario directo por : PZA** 318.84

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.4000	11.14	4.46
470102	OPERARIO	HH	1.00	4.0000	10.13	40.52
470103	OFICIAL	HH	1.00	4.0000	9.17	36.68
470104	PEON	HH	1.00	4.0000	8.25	33.00
<b>114.66</b>						
<b>Materiales</b>						
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.5000	2.16	1.08
023501	PERNO 1/4"x7" CON TUERCA	UND		10.0000	1.23	12.30
050010	PIEDRA MEDIANA DE 4"	M3		0.2520	19.00	4.79
053502	AGUA	M3		0.0820	7.00	0.57
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		2.3340	15.55	36.29
380000	HORMIGON	M3		0.2520	16.81	4.24
390275	LIJA PARA MADERA	UND		3.0000	1.15	3.45
430103	MADERA TORNILLO	P2		16.0000	2.35	37.60
440328	TRIPLAY LUPUNA 4mmx4'x8'	UND		3.0000	17.00	51.00
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0.8600	36.50	31.39
545021	BARNIZ SELLADOR PARA MADERA	GLN		0.4000	25.00	10.00
<b>192.71</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	114.66	11.47
<b>11.47</b>						

**Partida** 01.03.00 CERCO PROVISIONAL DE ESTERAS  
**Rendimiento** 70.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 8.02

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0114	11.14	0.13
470104	PEON	HH	2.00	0.2286	8.25	1.89
<b>2.02</b>						
<b>Materiales</b>						
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.1000	2.16	0.22
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.1000	2.16	0.22
391316	ESTERA DE 2.00 X 3.00 M.	UND		0.3330	12.71	4.23
890101	MADERA EUCALIPTO 3"x2m	UND		0.3330	3.80	1.27
<b>5.94</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	2.02	0.06
<b>0.06</b>						

**Análisis de precios unitarios**Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 01/07/2004

Partida 01.04.00 INSTALACIONES PROVISIONALES (AGUA, LUZ)  
Rendimiento GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 400.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
390511	AGUA PARA LA OBRA	GLB		1.0000	200.00	200.00
<b>Equipos</b>						
307673	SUMINISTRO ELECTRICO PARA LA OBRA	GLB		1.0000	200.00	200.00
						<b>200.00</b>

Partida 02.01.00 LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA  
Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 200.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
479958	MANO DE OBRA - LT	GLB	1.00	1.0000	100.00	100.00
<b>Equipos</b>						
370603	HERRAMIENTA - LT	GLB	1.00	1.0000	100.00	100.00
						<b>100.00</b>

Partida 02.02.00 APUNTALAMIENTO DE TECHOS  
Rendimiento 30.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 12.28

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	1.00	0.2667	8.25	2.20
						<b>5.20</b>
<b>Materiales</b>						
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.0500	2.16	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.0500	2.16	0.11
430103	MADERA TORNILLO	P2		2.8500	2.35	6.70
						<b>6.92</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.20	0.16
						<b>0.16</b>

Partida 02.03.00 APUNTALAMIENTO DE VIGAS \*\*  
Rendimiento 30.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 13.87

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	0.50	0.1333	8.25	1.10
						<b>4.10</b>
<b>Materiales</b>						
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.1680	2.16	0.36
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.1400	2.16	0.30
430103	MADERA TORNILLO	P2		3.7870	2.35	8.90
						<b>9.56</b>
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	4.10	0.21
						<b>0.21</b>

**Análisis de precios unitarios**

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS Fecha 01/07/2004

Partida 02.04.01 DEMOLICION DE PISO DE CONCRETO INCL. FALSO PISO  
 Rendimiento 30.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 23.44

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	1.00	0.2667	8.25	2.20
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	5.20	0.16
490213	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	1.00	0.2667	60.00	16.00
490657	MARTILLO NEUMATICO - 25/29 KG	HM	1.00	0.2667	7.80	2.08
<b>18.24</b>						

Partida 02.04.02 DEMOLICION DE SOBRECIMENTOS  
 Rendimiento 5.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 34.31

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1600	11.14	1.78
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.6000	10.13	16.21
470104	PEON	HH	1.00	1.6000	8.25	13.20
<b>31.19</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	31.19	3.12
<b>3.12</b>						

Partida 02.04.03 DEMOLICION DE ZAPATAS DE CONCRETO  
 Rendimiento 5.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 27.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1600	11.14	1.78
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.6000	10.13	16.21
470104	PEON	HH	0.50	0.8000	8.25	6.60
<b>24.59</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	24.59	2.46
<b>2.46</b>						

Partida 02.04.04 DEMOLICION DE MUROS ALB.- CABEZA  
 Rendimiento 10.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 7.86

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	11.14	0.89
470104	PEON	HH	1.00	0.8000	8.25	6.60
<b>7.49</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	7.49	0.37
<b>0.37</b>						

**Análisis de precios unitarios**

**Obra** 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
**Fórmula** 01 ESTRUCTURAS

**Fecha** 01/07/2004

**Partida** 02.04.05 DEMOLICION DE MUROS ALB.- SOGA  
**Rendimiento** 12.500 M2/DIA **Costo unitario directo por : M2** 6.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0640	11.14	0.71
470104	PEON	HH	1.00	0.6400	8.25	5.28
<b>5.99</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	5.99	0.30
<b>0.30</b>						

**Partida** 02.05.01 PICADO DE RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS  
**Rendimiento** 8.000 M2/DIA **Costo unitario directo por : M2** 11.23

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1000	11.14	1.11
470104	PEON	HH	1.00	1.0000	8.25	8.25
<b>9.36</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		20.0000	9.36	1.87
<b>1.87</b>						

**Partida** 02.05.02 PICADO RECUBRIMIENTO DE VIGAS  
**Rendimiento** 6.000 M2/DIA **Costo unitario directo por : M2** 13.10

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1333	11.14	1.48
470104	PEON	HH	1.00	1.3333	8.25	11.00
<b>12.48</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	12.48	0.62
<b>0.62</b>						

**Partida** 02.06.01 DESMONTAJE DE VENTANAS METALICAS  
**Rendimiento** 30.000 M2/DIA **Costo unitario directo por : M2** 5.36

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	1.00	0.2667	8.25	2.20
<b>5.20</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	5.20	0.16
<b>0.16</b>						



### Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 01/07/2004

Partida 02.10.00 TRANSLADO DE ELEMENTOS RETIRADOS  
Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 364.57

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	11.14	8.91
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	10.13	81.04
470104	PEON	HH	4.00	32.0000	8.25	264.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	353.95	10.62
<b>10.62</b>						

Partida 02.11.00 NIVELACION, TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR  
Rendimiento 400.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.73

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	1.00	0.0200	11.14	0.22
470104	PEON	HH	3.00	0.0600	8.25	0.50
470321	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	11.70	0.23
<b>0.95</b>						
<b>Materiales</b>						
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.0050	2.16	0.01
300198	CAL (BOLSA x 20kg)	BOL		0.0500	6.00	0.30
370105	CORDEL	M		0.1900	0.30	0.06
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.0200	2.35	0.05
<b>0.42</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	0.95	0.03
498822	TEODOLITO	HM	1.00	0.0200	16.50	0.33
<b>0.36</b>						

Partida 03.01.00 EXCAV.ZANJAS PARA ZAPATAS Rt >2 kg/cm2 h= < 1.0m  
Rendimiento 3.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 25.72

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2667	11.14	2.97
470104	PEON	HH	1.00	2.6667	8.25	22.00
<b>24.97</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	24.97	0.75
<b>0.75</b>						

Partida 03.02.00 ACARREO INTERNO, MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES  
Rendimiento 9.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 8.74

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0889	11.14	0.99
470104	PEON	HH	1.00	0.8889	8.25	7.33
<b>8.32</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.32	0.42
<b>0.42</b>						



### Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 01. ESTRUCTURAS  
 Fecha 01/07/2004

Partida 03.03.00 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO  
 Rendimiento 150.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 17.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	11.14	0.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	10.13	0.54
470104	PEON	HH	3.00	0.1600	8.25	1.32
<b>Equipos</b>						
480440	CAMION VOLQUETE 4x2 120-140 HP 15 M3.	HM	1.00	0.0533	150.20	8.01
490493	CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	HM	1.00	0.0533	139.15	7.42
						<b>15.43</b>

Partida 03.04.00 RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO MATERIAL PROPIO  
 Rendimiento 30.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 10.02

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	1.00	0.2667	8.25	2.20
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	5.20	0.16
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1.00	0.2667	17.47	4.66
						<b>4.82</b>

Partida 04.01.00 SOLADO PARA ZAPATAS DE e=2", MEZ 1:12 CEM/HORM  
 Rendimiento 80.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 16.43

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	11.14	0.11
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2000	10.13	2.03
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1000	9.17	0.92
470104	PEON	HH	6.00	0.6000	8.25	4.95
<b>Materiales</b>						
053502	AGUA	M3		0.0060	7.00	0.04
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	15.55	4.42
380000	HORMIGON	M3		0.0940	16.81	1.58
						<b>6.04</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.01	0.24
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	1.00	0.1000	21.39	2.14
						<b>2.38</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 01/07/2004

Partida 04.02.00 FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"  
 Rendimiento 120.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 19.44

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0067	11.14	0.07
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.2000	10.13	2.03
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.17	0.61
470104	PEON	HH	8.00	0.5333	8.25	4.40
<b>Materiales</b>						
053502	AGUA	M3		0.0180	7.00	0.13
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.5330	15.55	8.29
380000	HORMIGON	M3		0.1210	16.81	2.03
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.1000	2.35	0.24
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	7.11	0.21
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	1.00	0.0667	21.39	1.43
<b>10.69</b>						

Partida 05.01.00 ZAPATAS.- CONCRETO 210 KG/CM2  
 Rendimiento 12.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 238.46

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0640	11.14	0.71
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6400	10.13	6.48
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.6400	9.17	5.87
470104	PEON	HH	4.00	2.5600	8.25	21.12
<b>34.18</b>						
<b>Materiales</b>						
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3		0.8500	36.00	30.60
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	25.00	10.50
053502	AGUA	M3		0.1840	7.00	1.29
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	15.55	151.46
<b>193.85</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	34.18	1.03
490753	VIBRADOR A GASOLINA Ø 1 3/4", 4HP	HM	0.50	0.3200	8.00	2.56
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	0.50	0.3200	21.39	6.84
<b>10.43</b>						

Partida 05.02.00 ZAPATAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2  
 Rendimiento 200.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.32

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0040	11.14	0.04
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0400	10.13	0.41
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0400	9.17	0.37
<b>0.82</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0500	2.16	0.11
029703	ACERO	KG		1.0700	2.16	2.31
<b>2.42</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	0.82	0.08
<b>0.08</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 01/07/2004

Partida 05.03.00 PLACAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (\*)  
 Rendimiento 6.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 299.34

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1231	11.14	1.37
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.2308	10.13	12.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.2308	9.17	11.29
470104	PEON	HH	5.00	6.1538	8.25	50.77
<b>75.90</b>						
<b>Materiales</b>						
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3		0.8500	36.00	30.60
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	25.00	10.50
053502	AGUA	M3		0.1840	7.00	1.29
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	15.55	151.46
<b>193.85</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	75.90	2.28
490753	VIBRADOR A GASOLINA Ø 1 3/4", 4HP	HM	0.50	0.6154	8.00	4.92
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	0.50	0.6154	21.39	13.16
491851	WINCHE - 2 BALDES, 3.6HP	HM	0.50	0.6154	15.00	9.23
<b>29.59</b>						

Partida 05.04.00 PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  
 Rendimiento 15.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 24.03

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	11.14	0.59
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	10.13	5.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	9.17	4.89
470104	PEON	HH	0.50	0.2667	8.25	2.20
<b>13.08</b>						
<b>Materiales</b>						
020163	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG		0.2200	2.16	0.48
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.1200	2.16	0.26
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.1800	2.35	9.82
<b>10.56</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	13.08	0.39
<b>0.39</b>						

Partida 05.05.00 PLACAS - ACERO FY=4200 KG/CM2  
 Rendimiento 200.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.32

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0040	11.14	0.04
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0400	10.13	0.41
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0400	9.17	0.37
<b>0.82</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0500	2.16	0.11
029703	ACERO	KG		1.0700	2.16	2.31
<b>2.42</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	0.82	0.08
<b>0.08</b>						



### Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 01/07/2004

Partida 05.09.00 VIGAS.- CONCRETO 210 KG/CM2 (\*)  
 Rendimiento 20.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 250.91

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.8000	10.13	8.10
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.4000	9.17	3.67
470104	PEON	HH	10.00	4.0000	8.25	33.00
<b>45.22</b>						
<b>Materiales</b>						
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3		0.8500	36.00	30.60
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	25.00	10.50
053502	AGUA	M3		0.1840	7.00	1.29
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	15.55	151.46
<b>193.85</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	45.22	1.36
490753	VIBRADOR A GASOLINA Ø 1 3/4", 4HP	HM	1.00	0.4000	8.00	3.20
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	0.50	0.2000	21.39	4.28
491851	WINCHE - 2 BALDES, 3.6HP	HM	0.50	0.2000	15.00	3.00
<b>11.84</b>						

Partida 05.10.00 VIGAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO  
 Rendimiento 15.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 27.13

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	11.14	0.59
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	10.13	5.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	9.17	4.89
470104	PEON	HH	0.50	0.2667	8.25	2.20
<b>13.08</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.2400	2.16	0.52
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	2.16	0.43
430103	MADERA TORNILLO	P2		5.4100	2.35	12.71
<b>13.66</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	13.08	0.39
<b>0.39</b>						

Partida 05.11.00 VIGAS - ACERO FY=4200 KG/CM2  
 Rendimiento 200.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.32

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0040	11.14	0.04
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0400	10.13	0.41
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0400	9.17	0.37
<b>0.82</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0500	2.16	0.11
029703	ACERO	KG		1.0700	2.16	2.31
<b>2.42</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	0.82	0.08
<b>0.08</b>						

**Análisis de precios unitarios**

**Obra** 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

**Fórmula** 01 ESTRUCTURAS

**Fecha** 01/07/2004

**Partida** 06.01.00 EPOXICO CONCRETO NUEVO-CONCRETO VIEJO  
**Rendimiento** 10.000 M2/DIA **Costo unitario directo por : M2** 13.19

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	11.14	0.89
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	10.13	8.10
470104	PEON	HH	0.50	0.4000	8.25	3.30
<b>12.29</b>						
<b>Materiales</b>						
301322	EPOXICO CONC. NUEVO-ANTIGUO SIKADUR 32 O SIMILAR	KG		0.0030	95.00	0.29
<b>0.29</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.29	0.61
<b>0.61</b>						

**Partida** 06.02.00 MORTERO EPOXICO (SIKAGROUT-212)  
**Rendimiento** 20.000 M/DIA **Costo unitario directo por : M** 10.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	0.50	0.2000	8.25	1.65
<b>6.15</b>						
<b>Materiales</b>						
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGROUT	KG		0.0500	89.50	4.48
<b>4.48</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.15	0.31
<b>0.31</b>						

**Partida** 06.03.01 SOLDADURA: ABRAZADERAS C/ACERO LONG. Y TRANSVERSAL EN COLUMNAS Y PLACAS  
**Rendimiento** 60.000 PTO/DIA **Costo unitario directo por : PTO** 3.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	11.14	0.15
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.1333	10.13	1.35
<b>1.50</b>						
<b>Materiales</b>						
295512	SOLDADURA SUPERCITO E 7018	KG		0.0150	8.50	0.13
<b>0.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	1.50	0.05
496001	SOLDADORA A GASOLINA	HM	1.00	0.1333	12.50	1.67
<b>1.72</b>						

**Precios y cantidades de insumos requeridos**

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS  
Fecha 01/07/2004

Código	Insumo	Unidad	Precio	Cantidad	Parcial	Presupuestado	% Inc.
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG	2.16	16.74	36.16	36.52	0.0573
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG	2.16	40.85	88.24	88.85	0.1394
020163	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	KG	2.16	37.35	80.68	81.49	0.1278
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG	2.16	136.18	294.15	299.60	0.4700
020410	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG	2.16	94.30	203.69	204.33	0.3205
023501	PERNO 1/4"x7" CON TUERCA	UND	1.23	10.00	12.30	12.30	0.0193
029703	ACERO	KG	2.16	2,759.11	5,959.68	5,956.59	9.3446
050010	PIEDRA MEDIANA DE 4"	M3	19.00	0.25	4.75	4.79	0.0075
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3	36.00	48.87	1,759.32	1,759.20	2.7598
050104	ARENA GRUESA	M3	25.00	24.14	603.50	603.65	0.9470
053502	AGUA	M3	7.00	11.44	80.08	80.32	0.1260
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	15.55	587.33	9,132.98	9,133.21	14.3280
295512	SOLDADURA SUPERCITO E 7018	KG	8.50	36.72	312.12	318.24	0.4992
300198	CAL (BOLSA x 20kg)	BOL	6.00	5.61	33.66	33.64	0.0528
301322	EPOXICO CONC. NUEVO-ANTIGUO SIKADUR 32 O SIMIL	KG	95.00	0.23	21.85	22.35	0.0351
301331	MORTERO EPOXICO SIKAGROUT	KG	89.50	8.50	760.75	761.60	1.1948
301703	BROCA DIAMANTINA DE 5/8"	UND	101.55	2.50	253.88	249.60	0.3916
307673	SUMINISTRO ELECTRICO PARA LA OBRA	GLB	200.00	1.00	200.00	200.00	0.3138
370105	CORDEL	M	0.30	21.30	6.39	6.73	0.0106
370603	HERRAMIENTA - LT	GLB	100.00	1.00	100.00	100.00	0.1569
380000	HORMIGON	M3	16.81	6.45	108.42	108.38	0.1700
390275	LIJA PARA MADERA	UND	1.15	3.00	3.45	3.45	0.0054
390511	AGUA PARA LA OBRA	GLB	200.00	1.00	200.00	200.00	0.3138
391316	ESTERA DE 2.00 X 3.00 M.	UND	12.71	24.14	306.82	306.68	0.4811
430103	MADERA TORNILLO	P2	2.35	2,114.44	4,968.93	4,969.62	7.7962
430199	MADERA TORNILLO - A	GLB	200.00	1.00	200.00	200.00	0.3138
440328	TRIPLAY LUPUNA 4mmx4'x8'	UND	17.00	3.00	51.00	51.00	0.0800
470101	CAPATAZ	HH	11.14	156.06	1,738.51	1,731.13	2.7158
470102	OPERARIO	HH	10.13	1,109.18	11,235.99	11,244.59	17.6403
470103	OFICIAL	HH	9.17	367.57	3,370.62	3,378.92	5.3008
470104	PEON	HH	8.25	1,151.89	9,503.09	9,500.40	14.9040
470321	TOPOGRAFO	HH	11.70	2.24	26.21	25.79	0.0405
471002	MANO DE OBRA - A	GLB	200.00	1.00	200.00	200.00	0.3138
479958	MANO DE OBRA - LT	GLB	100.00	1.00	100.00	100.00	0.1569
480440	CAMION VOLQUETE 4x2 120-140 HP 15 M3.	HM	150.20	7.87	1,182.07	1,183.08	1.8560
485205	ANDAMIO	HM	3.50	147.93	517.76	515.84	0.8092
490213	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	60.00	12.33	739.80	740.08	1.1610
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	17.47	1.06	18.52	18.45	0.0289
490493	CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	HM	139.15	7.87	1,095.11	1,095.93	1.7193
490657	MARTILLO NEUMATICO - 25/29 KG	HM	7.80	6.29	49.06	49.07	0.0770
490753	VIBRADOR A GASOLINA Ø 1 3/4", 4HP	HM	8.00	26.55	212.40	212.41	0.3332
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	21.39	26.00	556.14	556.20	0.8726
491825	TALADRO CONCRETO	HM	12.00	147.93	1,775.16	1,772.16	2.7801
491851	WINCHE - 2 BALDES, 3.6HP	HM	15.00	10.65	159.75	159.80	0.2507
496001	SOLDADORA A GASOLINA	HM	12.50	326.32	4,079.00	4,088.16	6.4134
498822	TEODOLITO	HM	16.50	2.24	36.96	37.00	0.0580
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	36.50	0.86	31.39	31.39	0.0492
545021	BARNIZ SELLADOR PARA MADERA	GLN	25.00	0.40	10.00	10.00	0.0157

**Precios y cantidades de insumos requeridos**

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS  
 Fecha 01/07/2004

Código	Insumo	Unidad	Precio	Cantidad	Parcial	Presupuestado	% Inc.
890101	MADERA EUCALIPTO 3"x2m	UND	3.80	24.14	91.73	92.08	0.1445
<b>SUB-TOTAL</b>					62,512.06	62,534.62	
<b>INSUMOS COMODIN</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO				207.66	0.3258
370601	HERRAMIENTA	%MO				1,001.63	1.5713
<b>SUB-TOTAL</b>					0.00	1,209.29	
<b>TOTAL</b>					62,512.06	63,743.91	
<b>MONTO PARTIDAS ESTIMADAS</b>						0.00	
						<b>63,743.91</b>	

*La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida; y en la penúltima columna se muestra el Monto Real que se está utilizando*



## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 02 ARQUITECTURA

Fecha 01/07/2004

Partida 01.01.00 MURO DE LADRILLO KK TIPO IV SOGA M:1:1:4 E=1.5 CM (\*\*)  
 Rendimiento 9.500 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 32.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0842	11.14	0.94
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8421	10.13	8.53
470104	PEON	HH	0.90	0.7579	8.25	6.25
<b>15.72</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0200	2.16	0.04
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0260	25.00	0.65
053502	AGUA	M3		0.0090	7.00	0.06
170026	LADRILLO KK TIPO IV 24X13X09 CM	UND		39.0000	0.26	10.14
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2320	15.55	3.61
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.5800	2.35	1.36
<b>15.86</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	15.72	0.47
<b>0.47</b>						

Partida 02.01.00 TARRAJEO DE MUROS INTERIORES  
 Rendimiento 28.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 11.60

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0571	11.14	0.64
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.5714	10.13	5.79
470104	PEON	HH	1.00	0.2857	8.25	2.36
<b>8.79</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0220	2.16	0.05
040000	ARENA FINA	M3		0.0160	35.29	0.56
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1170	15.55	1.82
390500	AGUA	M3		0.0040	5.00	0.02
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0250	4.03	0.10
<b>2.55</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	8.79	0.26
<b>0.26</b>						

Partida 02.02.00 TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES  
 Rendimiento 24.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 12.68

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0333	11.14	0.37
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3333	10.13	3.38
470104	PEON	HH	1.00	0.3333	8.25	2.75
<b>6.50</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0220	2.16	0.05
040000	ARENA FINA	M3		0.0160	35.29	0.56
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1170	15.55	1.82
390500	AGUA	M3		0.0040	5.00	0.02
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0250	4.03	0.10
435501	ANDAMIO DE MADERA	P2		0.8500	4.03	3.43
<b>5.98</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	6.50	0.20
<b>0.20</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 02 ARQUITECTURA

Fecha 01/07/2004

Partida 02.03.00 TARRAJEO DE COLUMNAS  
 Rendimiento 14.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 12.59

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0571	11.14	0.64
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5714	10.13	5.79
470104	PEON	HH	0.40	0.2286	8.25	1.89
<b>8.32</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0220	2.16	0.05
040000	ARENA FINA	M3		0.0170	35.29	0.60
053502	AGUA	M3		0.0040	7.00	0.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1170	15.55	1.82
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0388	4.03	0.16
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.5800	2.35	1.36
<b>4.02</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	8.32	0.25
<b>0.25</b>						

Partida 02.04.00 TARRAJEO DE VIGAS  
 Rendimiento 10.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 19.43

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	11.14	0.89
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	10.13	8.10
470104	PEON	HH	0.40	0.3200	8.25	2.64
<b>11.63</b>						
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3"	KG		0.0440	3.19	0.14
040000	ARENA FINA	M3		0.0170	35.29	0.60
053502	AGUA	M3		0.0040	7.00	0.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1170	15.55	1.82
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0388	4.03	0.16
430103	MADERA TORNILLO	P2		2.0000	2.35	4.70
<b>7.45</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	11.63	0.35
<b>0.35</b>						

Partida 02.05.00 CIELO RASO CON MEZCLA C:A 1:5 (\*)  
 Rendimiento 20.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 16.73

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	0.50	0.2000	8.25	1.65
<b>6.15</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0090	2.16	0.02
040000	ARENA FINA	M3		0.0330	35.29	1.16
053502	AGUA	M3		0.0040	7.00	0.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2570	15.55	4.00
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0270	4.03	0.11
430103	MADERA TORNILLO	P2		2.1600	2.35	5.08
<b>10.40</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	6.15	0.18
<b>0.18</b>						

## Análisis de precios unitarios

<b>Obra</b>	0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006					
<b>Fórmula</b>	02 ARQUITECTURA		<b>Fecha</b>	01/07/2004		
<b>Partida</b>	02.06.00		VESTIDURA DE DERRAMES 1:5 (15 CM)			
<b>Rendimiento</b>	30.000 M/DIA		<b>Costo unitario directo por : M</b>			<b>4.79</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0267	11.14	0.30
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2667	10.13	2.70
470104	PEON	HH	0.33	0.0880	8.25	0.73
<b>3.73</b>						
<b>Materiales</b>						
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.0060	2.16	0.01
040000	ARENA FINA	M3		0.0020	35.29	0.07
053502	AGUA	M3		0.0040	7.00	0.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0160	15.55	0.25
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.1270	2.35	0.30
431300	MADERA CEDRO (REGLAS)	P2		0.0730	4.00	0.29
<b>0.95</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	3.73	0.11
<b>0.11</b>						
<b>Partida</b>	02.07.00		BRUÑAS SEGUN DETALLE			
<b>Rendimiento</b>	25.000 M/DIA		<b>Costo unitario directo por : M</b>			<b>4.60</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	11.14	0.36
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	10.13	3.24
470104	PEON	HH	0.33	0.1056	8.25	0.87
<b>4.47</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	4.47	0.13
<b>0.13</b>						
<b>Partida</b>	03.01.00		CONTRAPISO DE 48mm			
<b>Rendimiento</b>	100.000 M2/DIA		<b>Costo unitario directo por : M2</b>			<b>17.23</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.30	0.0240	11.14	0.27
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.2400	10.13	2.43
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0800	9.17	0.73
470104	PEON	HH	6.00	0.4800	8.25	3.96
<b>7.39</b>						
<b>Materiales</b>						
040000	ARENA FINA	M3		0.0420	35.29	1.48
053502	AGUA	M3		0.0110	7.00	0.08
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3930	15.55	6.11
418101	MADERA CEDRO	P2		0.0600	4.03	0.24
<b>7.91</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	7.39	0.22
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	1.00	0.0800	21.39	1.71
<b>1.93</b>						

### Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 02 ARQUITECTURA

Fecha 01/07/2004

Partida 03.02.00 PISO DE CEMENTO PULIDO 2"  
 Rendimiento 120.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 18.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.0333	11.14	0.37
470102	OPERARIO	HH	4.00	0.2667	10.13	2.70
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0667	9.17	0.61
470104	PEON	HH	8.00	0.5333	8.25	4.40
<b>8.08</b>						
<b>Materiales</b>						
040000	ARENA FINA	M3		0.0090	35.29	0.32
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3		0.0270	36.00	0.97
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0210	25.00	0.53
053502	AGUA	M3		0.0110	7.00	0.08
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.4550	15.55	7.08
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.1000	2.35	0.24
<b>9.22</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	8.08	0.24
480186	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 7P3, 18HP	HM	1.00	0.0667	14.50	0.97
<b>1.21</b>						

Partida 03.03.00 VEREDAS DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. E=4", FROT. Y BRUÑADO  
 Rendimiento 100.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 34.12

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.70	0.0560	11.14	0.62
470102	OPERARIO	HH	6.50	0.5200	10.13	5.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0800	9.17	0.73
470104	PEON	HH	9.50	0.7600	8.25	6.27
<b>12.89</b>						
<b>Materiales</b>						
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3"	KG		0.0060	3.19	0.02
040000	ARENA FINA	M3		0.0140	35.29	0.49
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3		0.0570	36.00	2.05
050104	ARENA GRUESA	M3		0.0460	25.00	1.15
053502	AGUA	M3		0.0210	7.00	0.15
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.8680	15.55	13.50
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.9860	2.35	2.32
<b>19.68</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	12.89	0.39
480186	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 7P3, 18HP	HM	1.00	0.0800	14.50	1.16
<b>1.55</b>						

Partida 03.04.00 CONTRAZOCALO CEMENTO H=0.15 M e=1.5 CM  
 Rendimiento 25.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 5.16

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	11.14	0.36
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	10.13	3.24
470104	PEON	HH	0.33	0.1056	8.25	0.87
<b>4.47</b>						
<b>Materiales</b>						
040000	ARENA FINA	M3		0.0035	35.29	0.12
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0285	15.55	0.44
<b>0.56</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.47	0.13
<b>0.13</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 02 ARQUITECTURA

Fecha 01/07/2004

Partida 04.01.00 MONTAJE DE PUERTAS DE MADERA EXISTENTES  
 Rendimiento 2.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 85.78

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.4000	11.14	4.46
470102	OPERARIO	HH	1.00	4.0000	10.13	40.52
470104	PEON	HH	1.00	4.0000	8.25	33.00
<b>77.98</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		10.0000	77.98	7.80
<b>7.80</b>						

Partida 04.02.00 MONTAJE DE VENTANAS EXISTENTES  
 Rendimiento 20.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 19.36

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	1.00	0.4000	8.25	3.30
<b>7.80</b>						
<b>Materiales</b>						
301001	ELECTRODO TIPO 6011 - CELLOCORD	KG		0.5000	10.00	5.00
<b>5.00</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		20.0000	7.80	1.56
496001	SOLDADORA A GASOLINA	HM	1.00	0.4000	12.50	5.00
<b>6.56</b>						

Partida 04.03.00 DESMONTAJE Y MONTAJE DE VIDRIOS  
 Rendimiento 20.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 8.19

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	1.00	0.4000	8.25	3.30
<b>7.80</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	7.80	0.39
<b>0.39</b>						

Partida 05.01.00 PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO, VIGAS, DERRAMES Y BRUÑAS  
 Rendimiento 35.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 7.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0229	11.14	0.26
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2286	10.13	2.32
<b>2.58</b>						
<b>Materiales</b>						
390275	LIJA PARA MADERA	UND		0.2000	1.15	0.23
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.0500	32.50	1.63
546152	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	GLN		0.1300	21.92	2.85
<b>4.71</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	2.58	0.13
<b>0.13</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 02 ARQUITECTURA Fecha 01/07/2004

Partida 05.02.00 PINTURA LATEX EN MUROS Y COLUMNA  
 Rendimiento 50.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 7.98

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0160	11.14	0.18
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.1600	10.13	1.62
470104	PEON	HH	1.00	0.1600	8.25	1.32
<b>3.12</b>						
<b>Materiales</b>						
390275	LIJA PARA MADERA	UND		0.0200	1.15	0.02
540151	PINTURA LATEX	GLN		0.0440	32.50	1.43
546156	PINTURA SELLADOR	GLN		0.1300	25.00	3.25
<b>4.70</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	3.12	0.16
<b>0.16</b>						

Partida 05.03.00 PINTURA ANTICOR. Y ESMALTE 2 MANOS EN CARPINTERIA METALICA  
 Rendimiento 20.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 9.83

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	11.14	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	10.13	4.05
470104	PEON	HH	0.50	0.2000	8.25	1.65
<b>6.15</b>						
<b>Materiales</b>						
309985	LIJA PARA FIERRO	UND		0.1000	1.20	0.12
540600	PINTURA ANTICORROSIVA	GLN		0.0500	28.30	1.42
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0500	36.50	1.83
<b>3.37</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	6.15	0.31
<b>0.31</b>						

Partida 05.04.00 PINTURA BARNIZ EN CARPINTERIA DE MADERA  
 Rendimiento 12.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 17.17

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	11.14	0.74
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	10.13	6.75
470104	PEON	HH	1.00	0.6667	8.25	5.50
<b>12.99</b>						
<b>Materiales</b>						
390275	LIJA PARA MADERA	UND		0.2000	1.15	0.23
540800	BARNIZ MARINO	GLN		0.0460	33.50	1.54
544301	AGUARRAS	GLN		0.0046	18.50	0.09
546104	SELLADOR DE MADERA	GLN		0.0770	21.72	1.67
<b>3.53</b>						
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	12.99	0.65
<b>0.65</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006

Fórmula 02 ARQUITECTURA

Fecha 01/07/2004

Partida 05.05.00

PINTURA ESMALTE 2 MANOS EN CONTRAZOCALO DE CEMENTO H=0.10

Rendimiento 140.000 M/DIA

Costo unitario directo por : M 1.22

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0057	11.14	0.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0571	10.13	0.58
470104	PEON	HH	0.50	0.0286	8.25	0.24
<b>Materiales</b>						
390275	LIJA PARA MADERA	UND		0.0100	1.15	0.01
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0050	36.50	0.18
546152	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	GLN		0.0050	21.92	0.11
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		5.0000	0.88	0.04
<b>0.04</b>						

Partida 06.01.00

COLOCACION EN JUNTA D/DILATACION: ESPUMA PLASTICA + JEBE MICROPOROSO

Rendimiento 25.000 M/DIA

Costo unitario directo por : M 12.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	11.14	0.36
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	10.13	3.24
<b>Materiales</b>						
308801	PEGAMENTO TEROKAL	GLN		0.0250	30.00	0.75
600101	ESPUMA PLASTICA DURA A/DENSIDAD 2X1m E=2"	UND		0.0683	30.30	2.07
600102	JEBE MICROPOROSO	UND		0.0267	213.98	5.71
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		6.0000	3.60	0.22
<b>0.22</b>						

Partida 06.02.00

PIZARRA CEMENTO 5.00x1.20 SIN TICERO

Rendimiento 2.000 PZA/DIA

Costo unitario directo por : PZA 127.79

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.4000	11.14	4.46
470102	OPERARIO	HH	1.00	4.0000	10.13	40.52
470104	PEON	HH	0.70	2.8000	8.25	23.10
<b>Materiales</b>						
040000	ARENA FINA	M3		0.1200	35.29	4.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.8640	15.55	13.44
390275	LIJA PARA MADERA	UND		5.0000	1.15	5.75
418101	MADERA CEDRO	P2		0.1200	4.03	0.48
540281	PINTURA ESMALTE PARA PIZARRA	GLN		0.3000	55.50	16.65
546152	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	GLN		0.1200	21.92	2.63
546153	PASTA MURAL KEM	GLN		0.6000	24.15	14.49
<b>Equipos</b>						
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	68.08	2.04
<b>2.04</b>						

### Análisis de precios unitarios

<b>Obra</b>	0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006					
<b>Fórmula</b>	02 ARQUITECTURA				<b>Fecha</b>	01/07/2004
<b>Partida</b>	06.03.00		TIGERO DE MADERA TORNILLO (L=5 M) BARNIZADO			
<b>Rendimiento</b>	5.000	UND/DIA	<b>Costo unitario directo por : UND</b>			<b>75.93</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1600	11.14	1.78
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.6000	10.13	16.21
						<b>17.99</b>
	<b>Materiales</b>					
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.0600	2.16	0.13
260080	TORNILLO DE FIJACION 2" C/TARUGOS DE PLASTICOS	UND		6.0000	0.21	1.26
390275	LIJA PARA MADERA	UND		1.0000	1.15	1.15
430103	MADERA TORNILLO	P2		21.8700	2.35	51.39
540800	BARNIZ MARINO	GLN		0.0460	33.50	1.54
545021	BARNIZ SELLADOR PARA MADERA	GLN		0.0770	25.00	1.93
						<b>57.40</b>
	<b>Equipos</b>					
370601	HERRAMIENTA	%MO		3.0000	17.99	0.54
						<b>0.54</b>



**Precios y cantidades de insumos requeridos**

Obra 0305078 CENTRO EDUCATIVO 3006  
 Fórmula 02 ARQUITECTURA  
 Fecha 01/07/2004

Código	Insumo	Unidad	Precio	Cantidad	Parcial	Presupuestado	% Inc.
020161	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG	2.16	0.24	0.52	0.52	0.0033
020162	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG	2.16	7.60	16.42	16.57	0.1036
020254	CLAVO CON CABEZA DE 3"	KG	3.19	1.25	3.99	3.99	0.0249
040000	ARENA FINA	M3	35.29	8.05	284.08	282.65	1.7667
050034	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3	36.00	1.47	52.92	52.88	0.3305
050104	ARENA GRUESA	M3	25.00	1.96	49.00	49.02	0.3064
053502	AGUA	M3	7.00	2.38	16.66	17.36	0.1085
170026	LADRILLO KK TIPO IV 24X19X09 CM	UND	0.26	1,179.36	306.63	306.63	1.9166
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	15.55	87.68	1,363.42	1,363.80	8.5246
260080	TORNILLO DE FIJACION 2" C/TARUGOS DE PLASTICOS	UND	0.21	24.00	5.04	5.04	0.0315
301001	ELECTRODO TIPO 6011 - CELLOCORD	KG	10.00	34.38	343.80	343.80	2.1490
308801	PEGAMENTO TEROKAL	GLN	30.00	1.66	49.80	49.65	0.3103
309985	LIJA PARA FIERRO	UND	1.20	6.88	8.26	8.25	0.0516
390275	LIJA PARA MADERA	UND	1.15	54.65	62.85	61.93	0.3871
390500	AGUA	M3	5.00	0.58	2.90	2.88	0.0180
418101	MADERA CEDRO	P2	4.03	11.85	47.76	48.18	0.3012
430103	MADERA TORNILLO	P2	2.35	321.75	756.11	756.13	4.7263
431300	MADERA CEDRO (REGLAS)	P2	4.00	10.98	43.92	43.62	0.2727
435501	ANDAMIO DE MADERA	P2	4.03	69.53	280.21	280.57	1.7537
470101	CAPATAZ	HH	11.14	53.54	596.44	600.00	3.7504
470102	OPERARIO	HH	10.13	533.33	5,402.63	5,402.54	33.7693
470103	OFICIAL	HH	9.17	4.39	40.26	40.10	0.2507
470104	PEON	HH	8.25	330.64	2,727.78	2,729.23	17.0594
480186	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 7P3, 18HP	HM	14.50	2.68	38.86	38.93	0.2433
491024	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11P3, 22HP	HM	21.39	1.71	36.58	36.56	0.2285
496001	SOLDADORA A GASOLINA	HM	12.50	27.50	343.75	343.80	2.1490
540151	PINTURA LATEX	GLN	32.50	16.80	546.00	546.50	3.4160
540281	PINTURA ESMALTE PARA PIZARRA	GLN	55.50	1.20	66.60	66.60	0.4163
540600	PINTURA ANTICORROSIVA	GLN	28.30	3.44	97.35	97.64	0.6103
540800	BARNIZ MARINO	GLN	33.50	1.17	39.20	39.42	0.2464
541190	PINTURA ESMALTE	GLN	36.50	3.81	139.07	139.11	0.8695
544301	AGUARRAS	GLN	18.50	0.10	1.85	1.94	0.0121
545021	BARNIZ SELLADOR PARA MADERA	GLN	25.00	0.31	7.75	7.72	0.0483
546104	SELLADOR DE MADERA	GLN	21.72	1.66	36.06	36.07	0.2255
546152	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	GLN	21.92	14.02	307.32	307.29	1.9208
546153	PASTA MURAL KEM	GLN	24.15	2.40	57.96	57.96	0.3623
546156	PINTURA SELLADOR	GLN	25.00	34.67	866.75	866.84	5.4183
600101	ESPUMA PLASTICA DURA A/DENSIDAD 2X1m E=2"	UND	30.30	4.52	136.96	137.03	0.8565
600102	JEBE MICROPOROSO	UND	213.98	1.77	378.74	378.00	2.3627
<b>SUB-TOTAL</b>					15,562.17	15,566.75	
<b>INSUMOS COMODIN</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO				9.59	0.0599
370601	HERRAMIENTA	%MO				422.05	2.6381
<b>SUB-TOTAL</b>					0.00	431.64	
<b>TOTAL</b>					15,562.17	15,998.39	
<b>MONTO PARTIDAS ESTIMADAS</b>						0.00	
						<b>15,998.39</b>	

La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida; y en la penúltima columna se muestra el Monto Real que se está utilizando

## CONCLUSIONES

El estudio ha permitido la determinación de la vulnerabilidad sísmica de los locales escolares del distrito del Rímac, aplicando la metodología cualitativa del ATC-21 (Applied Technology Council).

A partir de estos resultados se efectuó un análisis cuantitativo para uno de los locales educativos más críticos, empleando el programa ETABS 8.2.7, para evaluar la magnitud de los daños; elaborándose consecuentemente un proyecto de reforzamiento del establecimiento.

A continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas del presente trabajo realizado:

1. De acuerdo a la metodología aplicada en la evaluación de las edificaciones escolares se determina, que más del 85% de las mismas son vulnerables frente a eventos sísmicos severos.
2. Cuando se aplican diferentes metodologías para la determinación de la vulnerabilidad sísmica, tales como el método de Hirosawa, el ATC-21 y el de la Norma E030.2003 a una edificación, se obtienen similares resultados, lo que valida la metodología empleada.

La aplicación del Método del Índice de Vulnerabilidad estructural de Hirosawa, da como resultado que la estructura de 04 Niveles del Centro Educativo estudiado en detalle *no es vulnerable* para un evento sísmico establecido bajo la Norma Sismo resistente E.030-2003; y muy por el contrario para el Módulo Piba-87, el método da como resultado que la edificación *es vulnerable*, estos resultados se validaron con los resultados que arrojó el análisis dinámico del modelo matemático para esta estructura desarrollado con el ETABS 8.2.7.

3. Las causas principales que hacen que un alto porcentaje de las edificaciones escolares del Distrito del Rímac presenten una alta vulnerabilidad estructural, son las deficiencias en el diseño (problema típico de columna corta, fallas de configuración en planta, etc) también por defectos en los procesos constructivos (mal alineamiento de elementos estructurales, mala colocación de coberturas de techo (canelones), uso de materiales en mal estado, etc.) que se dan más que nada por falta de control de obra y por la modalidad existente de la autoconstrucción.

Otro factor importante que influye en el alto grado de vulnerabilidad de las edificaciones es la antigüedad, que acentúa el mal estado de conservación de las mismas.

4. En la mayor parte de los casos es posible el reforzamiento estructural o adecuación de las edificaciones para cumplir con las normas y el uso como centros educativos, como lo muestra el estudio y tratamiento del establecimiento más crítico realizado.
5. La aplicación directa de la metodología ATC-21 no es del 100% confiable, esto debido a las restricciones propias de las condiciones locales de nuestro medio. La metodología permite llevar a cabo estudios de vulnerabilidad a gran escala, pero para aumentar el grado de confiabilidad de la misma, es necesario modificar y/o adecuar los valores de los “Basic Score” y los “Structural Scores and Modifiers” utilizados, dado que éstos valores han sido deducidos para las edificaciones de EE.UU.

Dentro de los puntajes de evaluación algunos de ellos no están acorde con nuestro medio estructural-constructivo; por ejemplo, la metodología asigna un puntaje básico (Basic Score) muy bajo para una estructura de Pórticos de Concreto Armado, el resultado una edificación *vulnerable* (significa que la edificación necesita de una evaluación más detallada) sin recurrir a ninguna penalización establecida para la misma. Es decir que todas las edificaciones estructuradas en base a pórticos de C°A° son vulnerables.

6. Las observaciones realizadas en los últimos años, indican que las construcciones rígidas se desempeñan mejor que las flexibles. Los componentes no estructurales, sufren menos daños al limitarse el desplazamiento entre pisos.

Las irregularidades en altura, traducidas en cambios repentinos de rigidez entre pisos adyacentes, hacen que la absorción y disipación de energía en el momento del sismo se concentren en los pisos flexibles, cuando sucede esto los elementos estructurales se ven sobresolicitados. Las irregularidades en planta de masa, rigidez y resistencia originan vibraciones torsionales que generan grandes concentraciones de esfuerzos en los elementos estructurales, razón por la cual debe tenerse en cuenta una mayor exigencia en *este tipo de aspectos al momento de diseñar arquitectónicamente las edificaciones.*

La solución para los problemas de irregularidades en longitud y en plantas complejas, consiste en introducir juntas de dilatación sísmica, creándose

unidades aisladas dentro de la edificación, que tendrán su propio movimiento sin estar atado al resto de la misma.

7. Los periodos de las edificaciones ( $T_{x-x} = 0.23$  seg.,  $T_{y-y} = 0.18$  seg., módulo de 04 niveles;  $T_{x-x} = 0.19$  seg.,  $T_{y-y} = 0.10$  seg., módulo 02 niveles) varían de acuerdo a la rigidez de las mismas. Obteniéndose mayores periodos en el sentido X-X de ambas edificaciones, debido a que los muros no completan todo el paño en ese sentido de la edificación.
8. Se puede observar en los resultados obtenidos de los análisis, que los muros del albañilería que van en la dirección Y-Y absorben más cortante que va acorde con su rigidez. Para el módulo PIBA – 87, los esfuerzos de corte admisibles son menores que los actuantes para las especificaciones de sismo que establece la Norma Sismo resistente E.030-2003. Se optó por incluir de muros de corte (espesor 12.5 cm.) en los ejes “A” y “E”, en ambos niveles, con esto se obtiene un adecuado control de los esfuerzos de corte en la edificación.

En el gráfico de distorsiones que presenta el módulo PIBA-87 (reforzado), se aprecia un aumento de la distorsión del segundo nivel con respecto al modelo no reforzado, esto es debido a que en el modelo se han tenido en cuenta la separación entre muros y columnas (ya no se consideran los alféizares).

Actualmente los alféizares del Módulo PIBA – 87, no están separados de las columnas (en el reforzamiento propuesto éstos se han separado de las columnas corrigiendo así el problema de **columna corta** en la parte posterior del módulo), se han ensanchado las columnas con la finalidad de disminuir desplazamientos y la junta sísmica no hará que sean solidarias con los alféizares. El modelo matemático de la edificación mostró un adecuado comportamiento sísmico en ambos sentidos cuando se opta por la inclusión de columnas en forma de “T”, tal como se puede apreciar en los resultados.

9. En el análisis por resistencia del módulo Piba-87, se observa que la edificación es resistente a una demanda establecida por la Norma Sismorresistente E.030, en los ambos sentidos (ver gráficos N° 4.13 y 4.14). Pero la propuesta de reforzamiento se sustenta en: los esfuerzos admisibles son menores que los esfuerzos actuantes en los muros de albañilería en la dirección Y-Y de dicho módulo.

Se demostró que es posible que los elementos una estructura (muros de albañilería) *cuando se analizan por esfuerzos admisibles* no sean lo

suficientemente resistentes ante una demanda establecida (ver Tablas N° 4.18, 4.19 y 4.20, Gráfico N° 4.12); y *cuando se analizan por resistencia última* ante la misma demanda éstos sean lo suficientemente resistentes (ver Tabla N° 4.23 y Gráficos N° 4.13 y 4.14).

10. Las placas de C°A° que continúan en el segundo nivel, están fundamentadas en los análisis de reforzamiento realizados en el C.E. “07 de Agosto” (Arequipa). En la dirección transversal deben sustituirse algunos muros de albañilería por placas de concreto armado (o reforzarse los muros con placas). En la dirección longitudinal, deben agregarse placas o ensanchar columnas, con el propósito principal de reducir las demandas sobre los elementos de concreto armado existentes, que pueden tener refuerzo insuficiente, además se reducirían los desplazamientos laterales.
11. En este trabajo de investigación se inspeccionaron algunos locales escolares de gestión particular y se constató que éstos presentan un alto grado de vulnerabilidad funcional, que hace inadecuado el uso de estos locales para el funcionamiento de un C.E. que alberga a un considerable número de personas de todas las edades. En este sentido se debe de dar prioridad en los planes de mitigación sísmica a las viviendas que son adecuadas para funcionar como centros educativos.
12. El costo del reforzamiento para el módulo PIBA-87 es de S/. 435.507 por metro cuadrado de área techada (\$ 127.34, tipo de cambio S/. 3.42, presupuesto elaborado en Julio del 2004). Este costo está por debajo del costo promedio con el que construye INFES una edificación nueva (S/. 752.40 por metro cuadrado de área techada, \$ 220.00 dólares americanos).
13. Se ha empleado una metodología y tecnología de construcción moderna, utilizada actualmente en la perforación de vigas de concreto armado (con broca diamantina); logrando una calidad uniforme, limpieza, confiabilidad y ahorro económico. De esta manera se ha reemplazando al tradicional cincel y comba que demanda exceso de tiempo y mano de obra.

A continuación se presenta el resumen de las inspecciones realizadas en los centros educativos de gestión estatal del distrito del Rímac.

CUADRO C - 1 : RESUMEN DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS A LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO DEL RIMAC																		
Ficha N°	Nombre	Pabellón	Cobertura de techo			Confinamiento de muros		Fisuras en			Problema de columna corta	Zona de evacuación	Estado de conservación	N° personas que ocupan la edificación	Clasificación			
			Flexible	Rígido	Tipo	Mochetas	Columnas y vigas de C*A*	Muros	Columnas	Techos					Tipo construcción (*)	Vulnerabilidad (Según ATC - 21)		
01	CE PAZ SOLDAN	P1	X		Canalón		X					Buena	Bueno	337	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2	X		Canalón		X					Buena	Bueno	337	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3	X		Canalón		X					Buena	Bueno	300	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
02	CE 2002	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	314	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	174	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	168	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P4		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	82	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P5	X		Fibrablock		X	X	X	X	X	Buena	Regular	329	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
03	CE 3002 - A	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	292	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	158	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
04	CE 3003	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	571	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	10	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	462	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
05	CE 3006	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X		Regular	Regular	637	INGENIERIL	No vulnerable		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	280	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
06	CE 3007	P1		X	Losa Alig		X	X		X		Buena	Regular	170	INGENIERIL	No vulnerable		
		P2		X	Losa Alig		X	X		X		Buena	Regular	170	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	462	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
07	CE 3009	P1	X	X	Losa Alig/canalón		X	X	X	X	X	Regular	Regular	107	NO INGENIERIL	No vulnerable		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	190	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
08	CE 3017	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	304	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	180	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	637	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
09	CE 3075	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	186	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	186	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Regular	Regular	186	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
10	CE 3012	P1	X	X	Losa Alig/Fibrablock		X	X	X	X		Mala	Malo	498	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2	X		Canalón		X					Regular	Malo	2	NO INGENIERIL	No vulnerable		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X		Regular	Regular	4	NO INGENIERIL	No vulnerable		
11	CE Esther Cáceres	P1	X		Canalón	X		X	X	X		Buena	Malo	150	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P1-1		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	100	INGENIERIL	No vulnerable		
		P2		X	Canalón		X	X	X	X		Regular	Malo	200	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2-1		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	200	INGENIERIL	No vulnerable		
		P3		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	250	INGENIERIL	No vulnerable		
12	CE 3014	P1		X	Losa Alig		X	X	X	X		Buena	Regular	350	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
		P2		X	Losa Alig		X	X	X	X	X	Buena	Regular	820	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle		
																708	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle

(\*) Ingenieril: Que posee planos elaborados por profesionales; la construcción se realizó bajo la responsabilidad de ingenieros.

CUADRO C - 1 (continuación): RESUMEN DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS A LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO DEL RIMAC																	
Ficha N°	Nombre	Pabellón	Cobertura de techo			Confinamiento de muros		Fisuras en			Problema de columna corta	Zona de evacuación	Estado de conservación	N° personas que ocupan la edificación	Clasificación		
			Flexible	Rígido	Tipo	Mochetas	Columnas y vigas de C°A°	Muros	Columnas	Techos					Tipo construcción (*)	Vulnerabilidad (Según ATC - 21)	
13	CE 3015	P1	X	X	Losa Alig/Fibrablock		X		X	X		Regular	Regular	658	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P2		X	Losa Alig.		X					Buena	Bueno	386	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P3		X	Losa Alig.		X					Buena	Bueno	270	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
14	CEE Ricardo Bentín	P1	X	X	Losa Alig/canalón		X	X	X	X		Regular	Regular	180	NO INGENIERIL	No vulnerable	
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	61	INGENIERIL	No vulnerable	
		P3	X	X	Canalón/calamina	X		X	X	X	X		Regular	Bueno	21	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
15	CEI 320	P1	X		Canalón		X		X	X		Buena	Malo	93	NO INGENIERIL	No vulnerable	
		P2	X		Canalón				X	X		Buena	Malo	93	NO INGENIERIL	No vulnerable	
		P3	X		Canalón		X		X		X		Buena	Malo	93	NO INGENIERIL	No vulnerable
		P4		X	Losa Alig.		X						Buena	Bueno	93	INGENIERIL	No vulnerable
16	CEI 325	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Malo	53	NO INGENIERIL	No vulnerable	
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	28	NO INGENIERIL	No vulnerable	
17	CE 391 - 1	P1	X		Fibrablock	X		X	X	X		Buena	Malo	206	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P2		X	Losa Alig.		X					Buena	Bueno	27	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P3	X		Fibrablock		X	X	X	X		Buena	Regular	27	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
18	CE 3019 - 2	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Malo	304	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Malo	304	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
19	CE 2099	CEI 2099	X		Canalón	X		X	X	X		Buena	Regular	110	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		ADMINIST.		X	Losa Alig.		X				X	Buena	Bueno	20	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		ADMINIST.	X		Canalón		X	X	X	X		Buena	Regular	42	INGENIERIL	No vulnerable	
		MOD. 3 NIV.		X	Losa Alig.		X				X	Buena	Bueno	560	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
20	CE 3021	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	601	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
21	CE 3005	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	417	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
22	CEI 072	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	307	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	307	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P3	X		Fibrablock		X	X	X	X		Buena	Regular	27	NO INGENIERIL	No vulnerable	
23	GUE M.P.D. Bellido	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P3		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P4		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P5		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P6		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P7		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Malo	698	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		P8		X	Losa Alig.		X					Buena	Bueno	160	INGENIERIL	No vulnerable	
24	GUE Ricardo Bentín	CEI 394 - 2	X		Eternit/calamina	X		X	X	X		Buena	Malo	26	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		Cahuide		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		Manco II		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		M.P.D. Bellido		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		Pabellón Central		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		Pumcahua		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
		Túpac Amaru II		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle	
CE 2073		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	656	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle			

(\*) Ingenieril: Que posee planos elaborados por profesionales; la construcción se realizó bajo la responsabilidad de ingenieros.

Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el Distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico para el reforzamiento del C.E. N° 3006

Autor: Bach. Ing° Daner Aleksei Juape Chamaya

CUADRO C - 1 (continuación): RESUMEN DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS A LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO DEL RIMAC																
Ficha N°	Nombre	Pabellón	Cobertura de techo			Confinamiento de muros		Fisuras en			Problema de columna corta	Zona de evacuación	Estado de conservación	N° personas que ocupan la edificación	Clasificación	
			Flexible	Rígido	Tipo	Mochetas	Columnas y vigas de C°A°	Muros	Columnas	Techos					Tipo construcción (*)	Vulnerabilidad (Según ATC - 21)
25	CE Mujeres del Rimac	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	168	INGENIERIL	No vulnerable
		P2		X	Losa Alig.		X					Buena	Buena	522	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P3	X		Canalón			X	X	X		Buena	Buena	168	NO INGENIERIL	No vulnerable
		P4	X		Canalón			X	X	X		Regular	Malo	168	NO INGENIERIL	No vulnerable
26	CE 2083	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Regular	812	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P2	X		Fibrablock		X	X	X	X		Buena	Regular	812	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P3		X	Losa maciza		X	X	X	X		Buena	Regular	160	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P4		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Regular	160	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
27	CE 3013	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	284	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
28	CE 3011	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	830	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
29	CE 3001	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	105	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
30	CE 392 - 1	P1		X	Losa maciza		X	X		X		Regular	Regular	191	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P2		X	Losa maciza		X	X		X		Regular	Regular	191	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
31	CEI 049	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Regular	Regular	528	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
32	CEI 340	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Mala	Regular	49	NO INGENIERIL	No vulnerable
33	CE 2074	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Buena	504	INGENIERIL	No vulnerable
34	CE 391 - 2	P1	X		Canalón		X	X	X	X		Regular	Buena	377	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P2	X		Canalón		X	X	X	X		Regular	Buena	377	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
35	CE 392-2	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Mala	Buena	126	NO INGENIERIL	No vulnerable
36	CE 3004	P1		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Regular	Regular	300	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Regular	Regular	300	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P3		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Regular	Regular	300	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P4		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Regular	Regular	250	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
37	CE Lucie Rynning	P1	X		Madera		X	X	X	X		Mala	Malo	600	NO INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P2		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Regular	400	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P3		X	Losa Alig.		X	X	X	X	X	Buena	Regular	500	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle
		P4		X	Losa Alig.		X	X	X	X		Buena	Buena	500	INGENIERIL	Necesita evaluación con más detalle

(\*) Ingenieril: Que posee planos elaborados por profesionales; la construcción se realizó bajo la responsabilidad de ingenieros.



## RECOMENDACIONES

1. Dado la importancia e interés que puede tener el presente estudio, una copia del mismo será enviado a la USE N° 02-Rímac, para los fines pertinentes.

2. Dado el alto porcentaje de C.E. que son vulnerables, las autoridades deben tomar las medidas para corregir dichas deficiencias con el fin de evitar pérdidas de vidas humanas, económicas, o crear un estado de alarma en la sociedad.

Las fallas del tipo funcional que presenta un C.E. deben de ser corregidas con la debida señalización y ampliación adecuada de rutas de acceso o evacuación (escaleras, patios, etc), presentan más fallas en el caso de viviendas que han sido destinadas a funcionar como centros educativos.

3. Es muy importante no descuidar el mantenimiento adecuado para la infraestructura de los centros educativos en general.

Concientizar a todos los miembros de la comunidad educativa acerca de la importancia que representa un local escolar durante la emergencia, y así lograr evitar mucha informalidad en la construcción y/o modificaciones que se realizan en las mismas.

4. Las APAFA al momento de ejecutar cualquier remodelación o reparación en la infraestructura de los C.E. debe de asesorarse con personal técnico calificado, antes de llevar a cabo algún trabajo que comprometa el buen desempeño de las edificaciones e instalaciones.

## BIBLIOGRAFIA-REFERENCIAS

1. Lezcano, José Carlos; “Aspectos Esenciales sobre la Mitigación de los Desastres Naturales en Cuba”, Cuba 1993.
2. Mariátegui Oliva, Ricardo; “EL RÍMAC”; Lima-Perú, 1956.
3. Municipalidad del Rímac; “HISTORIA DEL DISTRITO DEL RÍMAC”; Lima-Perú, 2002.
4. Kuroiwa, Julio; “REDUCCION DE DESASTRES”; Cecosami-Quebecor World Perú S.A.; Lima-Perú, enero 2002.
5. Silgado Ferro, Enrique; “HISTORIA DE LOS SISMOS MAS NOTABLES OCURRIDOS EN EL PERU (1513 – 1974)”;
6. Instituto de Geología y Minería; Lima-Perú, enero 1978.
6. Pagina Web, <http://www.asocem.org.pe/sismos.htm>, historial de sismos en el mundo.
7. Terremotos importantes en el Perú, el terremoto del Nazca en 1942, <http://www.igp.gob.pe/cns/bds/240842-Z/sis240842.htm>.
8. Publicaciones IGP, [http://www.igp.gob.pe/cns/publi/publicaciones\\_ult.htm](http://www.igp.gob.pe/cns/publi/publicaciones_ult.htm).
9. Evangelista Elmer, “Geología y Geotecnia del litoral del Lima Metropolitana”, II Seminario Técnico Científico de Defensa Civil, Lima-Perú 21 – 26 Noviembre 1977.
10. Dirección de Geología Regional; Convenio INGEMET-CNDC, “Estudio Geológico Tectónico del área de Lima”; Octubre 1981.
11. Lisson, Carlos; “CONTRIBUCION A LA GEOLOGIA DE LIMA Y SUS ALREDEDORES”; Librería imprenta Gil; Lima-Perú, 1907.
12. Vivar Romero, Germán; “Estudio de Suelos para Cimentación del CE-3006, Rímac-Lima”; informe técnico N° 048-95/GVR, realizado por INFES; Lima 1995.
13. CISMID (1989), “Seminario Internacional de Planeamiento, Diseño, Reparación y Administración de Hospitales en Zonas Sísmicas”, Textos de las conferencias, Lima.
14. Reglamento Nacional de Construcciones; Norma Técnica de Edificación E.030-2003; Diseño Sismorresistente.

15. Applied Technology Council (ATC-21); *“Rapid Visual Screening of Building for Potential Hazards: Supporting Documentation (series 42), A Handbook (series 41)”*; Washintong, DC 1988.
16. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Censo Nacional 1993, resultados definitivos (Provincias y Distritos); Dirección Nacional de Censos y Encuestas; Lima, Abril de 1994.
17. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Perú, Estimaciones y Proyecciones de población total al 2002, Dirección Nacional de Censos y Encuestas; Lima, Diciembre del 2002.
18. Cardona a. Omar Darío; “Elementos para el Ordenamiento la Planeación y el desarrollo”, Cap.: Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo; Colombia, 1991.
19. Chavarría Lanzas, Daniel; “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en viviendas de 1 y 2 pisos en el barrio de Cuarto de la Legua en el cono de Cañaveralejo”, Cali-Colombia, Mayo del 2001.
20. Luna Victoria Vera, Enrique A.; tesis de grado: “Determinación del Índice de Juicio Estructural, para el método de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Hirosawa”; Lima, 1998.
21. Salas Ferro, Max M.; tesis de grado: “Evaluación de la Vulnerabilidad del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen”; Lima, 1997.
22. PNUD-UNDRO; “Visión General sobre el manejo de Desastres 2da. Edición”; Programa de Entrenamiento para el manejo de Desastres; 1992.
23. CISMID; “Dinámica de Suelos y Cimentaciones”; Cursos de Virtuales 2002; Lima-Perú.
24. OPS; “Fundamentos Para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud”; [www.paho.org/spanish/ped/pedsres.htm](http://www.paho.org/spanish/ped/pedsres.htm); Washington D.C. 1999.
25. Bravo Rea, Gonzalo; tesis de Grado: “Evaluación de Locales Escolares en Lima Metropolitana bajo la Hipótesis de un Sismo Destructivo”; Lima 1973.
26. Zavala, Carlos; CISIMID – UNI; Construction Monitoring and Improvement Techniques for Masonry Housing – On Going Research Report – Junio 2003.

27. Iglesias, J.; “The Mexico Earthquake of September 19, 1985 – Seminar zoning of Mexico City after the 1985 earthquake” Earthquake Spectra, Vol. 5, No 1; México 1989.
28. ACI – 318; “Building Code Requirements for Reinforced Concrete”; 1984
29. Masamichi, Ohkubo; “Una nota para el seminario sobre el método para evaluar el comportamiento sísmico de edificios existentes de concreto reforzado in Japón”; Kyushu Institute of Design, ukaba, Japón, 1990.
30. Perdomo, M.; Pérez, k.; “Evaluación cualitativa de la Vulnerabilidad Sísmica de los Institutos educacionales ubicados en la Zona Metropolitana de Barquisimeto”; Barquisimeto – Venezuela, 1990.
31. Manual Técnico de Productos HILTI, 2002.
32. CAPECO; “Costos y Presupuestos en Edificación 8va. Edición”; Lima, Octubre 2003.
33. Revista Costos año 10, Edición 126; setiembre del 2004.
34. Ebersperger M., Luis; “Fisuras en Hormigones”; Corporación de Desarrollo Tecnológico Revista BIT (<http://www.revistabit.cl/>); Cámara Chilena de la Construcción; Marzo del 2003.
35. Reparación y mantenimiento de edificios; [www.stocorp.com](http://www.stocorp.com).
36. Oshiro Higa, Fernando; “El libro de las reparaciones antisísmicas”, tomos A y B; editorial Universo. Lima-Perú.
37. Arrieta Freyre, Javier; separatas de clase; UNI-FIC, 2003.
38. Salinas Basualdo, Rafael; “Inspección ocular y levantamiento de daños estructurales”; Seminario Taller en Desastres Naturales y Provocados; UNI-FIC, Mayo del 2002.
39. Proyecto de Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería; Lima, Julio 2004.

# **ANEXO I**

## **Desastres Naturales**

# Enfoque a los principales desastres naturales

## 1.0 Terremotos

<b>Fenómenos causales</b>	Desprendimiento de rocas de la corteza a lo largo de una falla o área de tensión y reacción a la nueva alineación.
<b>Características generales y efectos</b>	Estremecimiento de la tierra causado por ondas sobre o debajo de la superficie de la tierra causando: Fallas en la superficie Sacudidas posteriores Tsunamis Temblores, vibraciones Licuefacción Deslizamiento de tierra
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	Se puede determinar la probabilidad del suceso pero no el momento exacto. El pronóstico se basa en la monitoria de la actividad sísmica, incidencia histórica y observaciones.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Ubicación de asentamientos en áreas sísmicas. Estructuras que no son resistentes a movimientos terrestres. Agrupación densa de construcciones con alto nivel de ocupantes. Falta de acceso a información sobre amenazas de terremotos.
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Daño físico</i> – Daño o pérdida de estructuras o infraestructura. Pueden ocurrir incendios, fallas de represas, deslizamiento de tierra, inundaciones. <i>Víctimas</i> – A menudo un alto número, especialmente cerca del epicentro o en áreas altamente pobladas o donde las construcciones no son resistentes. <i>Salud pública</i> – El problema más difundido son las lesiones por fractura. Amenazas secundarias a causa de inundaciones, suministro de agua contaminado o deterioro de las condiciones sanitarias. <i>Suministro de agua</i> – Problemas graves probablemente a causa del daño a los sistemas hidráulicos, contaminación de pozos abiertos y cambios en el agua potable.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Cartografía de la amenaza Programas y capacitación de toma de conciencia pública Evaluación y reducción de la vulnerabilidad estructural Control o parcelación del uso de la tierra, códigos de construcción Seguros
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Aviso de terremotos y programas de preparativos
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Búsqueda y rescate Asistencia médica de emergencia Estudio de evaluación del daño y necesidades Ayuda de socorro Reparación y reconstrucción Recuperación económica
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Escalas de terremoto (Mercalli modificada, MSK), formularios de utilidad y daño del terremoto.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDR0 1992

## 2.0 Tsunamis

<b>Fenómenos causales</b>	Movimiento de falla sobre la superficie marítima acompañado de un terremoto. Un desplazamiento de tierra que ocurre debajo o sobre el agua sumergiéndose después en el agua. Actividad volcánica submarina o cerca de la costa.
<b>Características generales y efectos</b>	Las olas del tsunami se perciben escasamente en aguas profundas y pueden medir entre 160 km entre cresta de olas. Puede consistir de diez o más crestas de olas. Su movimiento es de hasta 800 km por hora en la profundidad del océano, disminuyendo su velocidad a medida que la ola se acerca a la costa. Puede golpear la costa en rompeolas o inundar la tierra. El efecto de la inundación depende de la forma de la costa y de las mareas.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	El Sistema de Aviso de Tsunami en el Pacífico monitorea la actividad sísmica y declara las precauciones y alertas. Las olas generadas por terremotos locales suelen azotar las costas vecinas en pocos minutos, siendo imposible alertar al público.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Ubicación de asentamientos en regiones costeras bajas. Falta de construcciones resistentes a tsunamis. Falta de sistemas de aviso y planes de evacuación oportunos. Desconocimiento del público de las fuerzas destructoras del tsunami.
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Daño físico</i> – La fuerza del agua puede arrasar con todo lo que encuentre a su paso, pero la mayor parte del daño a la estructura e infraestructura resulta de inundaciones. El reflujó de la ola de la costa expulsa sedimento, ocasionando el derrumbamiento de puertos y construcciones y golpeando las barcas. <i>Victimas y salud pública</i> – Las muertes ocurren principalmente por ahogos y lesiones causadas por golpes de los escombros. <i>Suministro de agua</i> – La contaminación causada por el agua salada y escombros o alcantarilla imposibilita el abastecimiento de agua potable limpia. <i>Cosechas y suministro de alimentos</i> – Se pueden perder los cultivos, abastecimiento de alimentos, implementos agrícolas y ganaderos y las barcas de pesca. La tierra suele quedar infértil debido a la incursión del agua salada.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Protección de construcciones a lo largo de la costa, viviendas sobre pilotes. Construcción de barreras tales como rompeolas.
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Cartografía de la amenaza, planificación de rutas de evacuación Establecimiento de sistemas de aviso Educación de la comunidad
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Alerta y evacuación; búsqueda y rescate; asistencia médica; conducir evaluación del desastre, proporcionar alimentos, agua y albergue.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Reconocimiento aéreo de la costa, estudios del daño, evaluación de sistemas de alerta y planes de evacuación.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDR0 1992

### 3.0 Volcanes

<b>Fenómenos causales</b>	Impulso ascendente de magma a través del cráter del volcán causado por la presión y efervescencia de los gases disueltos.
<b>Características generales y efectos</b>	Los volcanes son de tipo "cono de ceniza", "volcanes de escudo", "volcanes mixtos" y "cúpula de lava". La magma que fluye hacia la superficie es la lava y las partículas sólidas son tefras. Daño resulta del tipo de material arrojado tal como ceniza, flujo piroclástico (explosiones de gas que contienen ceniza y fragmentos), flujo de lodo, escombros y lava.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	El estudio de la historia geológica de los volcanes, especialmente aquellos ubicados en cinturones volcánicos claramente definidos, junto con la actividad sísmica y otras observaciones, puede indicar un volcán inminente. No se ha descubierto un indicador fidedigno y las señales premonitorias no siempre ocurren.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Asentamientos en las laderas de los volcanes Asentamientos en el paso ya conocido de lodo o flujo de lava Estructuras con techos de diseño no resistente a la acumulación de ceniza Presencia de materiales combustibles Falta de planes de evacuación o sistemas de aviso
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Victimas y salud pública</i> – La muerte causada por el flujo piroclástico, corrientes de lodo y posiblemente lava y gases tóxicos. Lesiones por caída de rocas, quemaduras; dificultades respiratorias a causa de los gases y ceniza. <i>Asentamientos, infraestructura y agricultura</i> – Destrucción total de todo lo que se encuentre en el paso del flujo piroclástico, lodo o lava; derrumbe de estructuras bajo el peso de la ceniza mojada, inundación, obstrucción de caminos o sistemas de comunicación. <i>Cultivos y suministro de alimentos</i> – Destrucción de los cultivos en el paso de los flujos, la ceniza puede quebrar las ramas de los árboles, el ganado puede inhalar gases tóxicos o cenizas; las tierras de pastura se contaminan.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Planificación del uso de la tierra para asentamientos alrededor de los volcanes Medida de protección de estructuras
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Plan nacional de emergencia volcánica. Sistema de aviso y monitoría de volcanes. Capacitación de funcionarios de gobierno y participación de la comunidad en búsqueda y rescate, combate de incendios.
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Alerta y evacuación; asistencia médica, búsqueda y rescate; suministro de alimentos, agua y albergue; reubicación de víctimas; asistencia financiera.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Reconocimiento aéreo y terrestre para evaluar el daño; evaluación del plan de evacuación y respuesta a la emergencia.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDRO 1992



## 4.0 Deslizamientos de Tierra

<b>Fenómenos causales</b>	Transporte cuesta abajo de tierra y piedras resultante de vibraciones naturales, cambios en el contenido del agua, remoción del soporte lateral, carga y peso y desgaste de los elementos naturales, o manipulación del hombre del curso del agua y composición de la ladera.
<b>Características generales y efectos</b>	Los deslizamientos de tierra varían según el tipo de movimiento (caídas, deslizamientos, derrumbamiento, propagación lateral, flujos) pudiendo también ser consecuencia de tormentas fuertes, terremotos y erupciones volcánicas. Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	La frecuencia del suceso, extensión y consecuencias de los deslizamientos de tierra pueden estimarse en áreas de alto riesgo determinadas mediante el uso de información geológica, geomorfológica, hidrológica y climatológica y vegetación del área.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Asentamientos construidos en laderas pronunciadas, suelo blando, cima de acantilados Asentamientos construidos en la base de laderas pronunciadas, en la desembocadura de arroyos provenientes de valles montañosos Caminos, líneas de comunicación en áreas montañosas Edificios con cimientos débiles Tuberías subterráneas, tuberías frágiles Falta de conocimiento de la amenaza de los deslizamientos de tierra
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Daño físico</i> – Todo lo que se encuentre en la cima o en el paso del deslizamiento de tierra sufrirá daño. Los escombros bloquearán los caminos, líneas de comunicación o vías navegables. Entre los efectos indirectos se cuenta la pérdida de productividad agrícola o de tierra forestal, inundaciones, reducción del valor de la propiedad. <i>Víctimas</i> – El derrumbe de las laderas ha causado muertes. Los escombros o flujo de lodo catastrófico ha causado la muerte de muchos miles de personas.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Cartografía de la amenaza Legislación y regulación del uso de la tierra Seguros
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Educación de la comunidad Sistemas de monitoreo, alerta y evacuación
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Búsqueda y rescate (uso de equipo para remover escombros); asistencia médica; albergue de emergencia para los sin casa.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Formularios de evaluación del daño.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDRO 1992

## 5.0 Inundaciones

<b>Fenómenos causales</b>	Inundaciones repentinas naturales, inundación de ríos y costas a causa de lluvias intensas o inundaciones asociadas con patrones climáticos estacionales. Manipulación del hombre de las cuencas, canales de drenaje y terrenos aluviales.
<b>Características generales y efectos</b>	<i>Inundaciones repentinas</i> – Afluencia acelerada, falla de represas, desintegración de bloques de hielo. <i>Inundación de río</i> – Acumulación lenta, usualmente estacional en los sistemas fluviales. <i>Inundación de la costa</i> – Asociada con ciclones tropicales, olas de tsunami, oleaje de borrasca. Factores que afectan el grado de peligro: profundidad del agua, duración, velocidad, velocidad de elevación, frecuencia del suceso, condición estacional.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	El pronóstico de las inundaciones depende de patrones estacionales, capacidad de drenaje de la cuenca, cartografía de inundación del llano, reconocimientos aéreos y terrestres. Posible alerta con bastante anticipación a las inundaciones estacionales, pero sólo minutos antes en el caso de oleajes de borrasca, inundación repentina o tsunami.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Ubicación de asentamientos en terrenos de aluvión Falta de conocimiento de la amenaza de inundación Reducción de la capacidad de absorción de la tierra (erosión, concreto) Construcciones y cimientos no resistentes Elementos de infraestructura de alto riesgo Suministro de alimentos y cosechas permanentes sin protección, ganado Barcas de pesca y la industria marítima
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Daño físico</i> – Estructuras dañadas por la corriente de agua, inundación, derrumbe, impacto de escombros flotantes. Deslizamiento de tierra a causa de suelo saturado. Daño mayor en valles que en áreas abiertas. <i>Víctimas y salud pública</i> – Muertes por ahogo pero pocas lesiones graves. Posible brote de malaria, diarrea e infecciones virales. <i>Abastecimiento de agua</i> – Posible contaminación de pozos y agua subterránea. Posible falta de agua limpia. <i>Cultivos y abastecimiento de alimentos</i> – Suelen perderse los cultivos y abastecimiento de alimento a causa de la inundación. Posible pérdida de animales, herramientas agrícolas y semillas.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Control de la inundación (canales, represas, embalses, condicionar contra inundaciones, control de erosión).
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Sistemas de detección y alerta de inundación. Participación y educación de la comunidad. Desarrollo de planes maestros para manejo del terreno de aluvión. Cartografía de terreno de aluvión. Control del uso de la tierra.
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Búsqueda y rescate; asistencia médica; evaluación del desastre; abastecimiento de alimento y agua a corto plazo; purificación del agua; supervisión epidemiológica; albergue temporal.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Formularios de estudio del daño; reconocimiento aéreo.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDRO 1992

## 6.0 Sequías

<b>Fenómenos causales</b>	<i>Causa inmediata</i> – déficit de lluvia <i>Posibles causas implícitas</i> – El Niño (incursión de agua superficial tibia en las aguas normalmente frías del Océano Pacífico en Sud América); cambios inducidos por el hombre en la superficie del terreno y suelo; temperaturas más altas en la superficie marítima; aumento del dióxido de carbono atmosférico y gases de efecto invernadero.
<b>Características generales y efectos</b>	La reducción del agua o humedad disponibles es temporal y notable en relación a lo normal. Sequía meteorológica es la reducción en las precipitaciones y sequía hidrológica es la reducción de los recursos de agua. La sequía agrícola se refiere al impacto que tiene la sequía en la actividad humana influenciada por diversos factores; la presencia de sistemas de irrigación, capacidad del suelo de retener humedad, la regulación de las lluvias y comportamiento de adaptación de los agricultores.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	Los periodos de sequedad poco común son normales en todos los sistemas climáticos. Se debe analizar con cuidado las precipitaciones y datos hidrológicos que tienen factores contribuyentes a pronosticar sequías; sin embargo, usualmente es posible el aviso anticipado.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Ubicación en áreas áridas donde las condiciones secas aumentan a causa de la sequía Agricultura en tierras marginales, agricultura de subsistencia Falta de insumos agrícolas para mejorar la producción Falta de semillas de reserva Áreas dependientes de otros sistemas climáticos para sus recursos de agua Áreas de suelo con baja retención de humedad Falta de reconocimiento y distribución de recursos para amenaza de sequía
<b>Efectos adversos típicos</b>	Ingreso reducido de los agricultores; reducción de gastos del sector agrícola; aumento del precio de los alimentos básicos, aumento de la tasa de inflación, deterioro del estado nutricional, hambruna, enfermedades, muerte, reducción de las fuentes de agua potable, migración, dispersión de las comunidades, pérdida de ganado. Medidas para la posible reducción de riesgos.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Sistemas de aviso oportunos de sequía y hambruna
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Desarrollo de un plan de respuesta interinstitucional
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Medidas para mantener la seguridad de alimentos; estabilización de precios, subsidios alimenticios, programas de creación de empleo, distribución general de alimentos, programas de alimentación suplementaria, programas especiales para ganado y pastorales, programas complementarios de salud y agua; rehabilitación.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Estudios nutricionales, estudios socioeconómicos, monitoría de las precipitaciones y datos hidrológicos, imagen vía satélite.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDRO 1992

## 7.0 Ciclones tropicales

<b>Fenómenos causales</b>	La combinación de calor y humedad forma un centro de presión baja sobre los océanos en latitudes tropicales donde la temperatura del agua es de sobre 26 grados Celsius. Las corrientes de viento giran y se organizan alrededor agudizando la presión baja y acelerando hacia el centro al tiempo que se mueven dentro de una ruta empujada por los vientos. La depresión se transforma en un ciclón tropical cuando los vientos alcanzan fuerzas de 117 km por hora.
<b>Características generales y efectos</b>	Cuando los ciclones azotan la tierra, los altos vientos, la caída excepcional de lluvia y el oleaje de borrasca causa daño debido a inundaciones y deslizamientos de tierra secundarios.
<b>Posibilidad de pronóstico</b>	Los ciclones tropicales se pueden rastrear desde su desarrollo, pero el pronóstico exacto de su aparición sólo es posible unas pocas horas antes ya que suelen ocurrir cambios en su curso.
<b>Factores contribuyentes a la vulnerabilidad</b>	Asentamientos ubicados en áreas bajas de la costa (impacto directo) Asentamientos en áreas adyacentes (lluvias fuertes, inundaciones) Sistemas de comunicación o aviso deficientes Estructuras livianas, construcciones antiguas, albañilería de mala calidad Elementos infraestructurales, industrias marítimas y barcas de pesca
<b>Efectos adversos típicos</b>	<i>Daño físico</i> – Pérdida y daño de estructuras por la fuerza del viento, inundaciones, oleaje de borrasca y deslizamientos de tierra. <i>Víctimas y salud pública</i> – Pueden ser la causa de escombros volátiles o inundaciones. La contaminación del suministro de agua puede conducir al brote de virus y malaria. <i>Suministro de agua</i> – El agua de pozo de puede contaminar por las aguas de la inundación. <i>Cultivos y suministro de alimentos</i> – Los vientos altos y la lluvia arruina los cultivos permanentes, plantaciones de árboles y abastecimiento de alimentos. <i>Comunicaciones y logística</i> – Es posible que se produzca interrupción seria ya que los vientos derriban las líneas telefónicas, antenas y discos de satélites. El transporte puede verse restringido.
<b>Medidas posibles para la reducción de riesgo</b>	Evaluación del riesgo y cartografía de la amenaza Control del uso de la tierra y manejo de inundación en los llanos Reducción de la vulnerabilidad estructural Mejoramiento de áreas cubiertas por vegetación
<b>Medidas específicas de preparativos</b>	Sistemas de alerta al público Planes de evacuación Capacitación y participación de la comunidad
<b>Necesidades típicas posteriores al desastre</b>	Evacuación y albergue de emergencia; búsqueda y rescate; asistencia médica; purificación del agua; restablecimiento de sistemas de comunicación y logística; evaluación del desastre; suministro de semillas para plantación.
<b>Herramientas para evaluar el impacto</b>	Formularios de evaluación del daño, reconocimientos aéreos.

Fuente: Visión general sobre el manejo de desastres – UNDRO 1992

**ANEXO II**

**Perfiles Litológicos de Pozos Excavados en el**

**Distrito del Rímac**

**POZO N° 01**

<b>NOMBRE POZO</b>	El Bosque (Urb. La Florida)
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	110.00
<b>Fecha de ejecución</b>	
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 8	canto rodado chico
8 - 22	canto rodado grande y arena gruesa
22 - 32	canto rodado regular, poca arcilla
32 - 42	canto rodado chico y arena gruesa
42 - 48	canto rodado fino (arena), arcilla
48 - 60	cascajo y arena fina
60 - 70	arcilla, cascajo mediano y arena fina
70 - 81	canto rodado mediano y arcilla
81 - 88	cascajo mediano, arena fina y arcilla
88 - 93	arena gruesa y poca piedra
93 - 100	cascajo, arcilla y poca arena fina
100 - 110	canto rodado mediano, arcilla y arena

**POZO N° 02**

<b>NOMBRE POZO</b>	El Bosque
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	110.50
<b>Fecha de ejecución</b>	1964
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 2	tierra de cultivo
2 - 33	canto rodado y arcilla
33 - 55	canto rodado con arena y arcilla
55 - 70	cascajo con arcilla
70 - 80	arena con arcilla
80 - 90	arcilla, cascajo y canto rodado grande
90 - 110	arcilla con canto rodado

**POZO N° 03**

<b>NOMBRE POZO</b>	Parque del puente Balta N° 4
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	75.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1965
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0-1	tierra de relleno
5 - 9	piedra chica
9 - 22	cascajo y arena
22 - 301	cascajo, arena y arcilla

**POZO N° 04**

<b>NOMBRE POZO</b>	Campo deportivo Cristal
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	92.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1964
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 1	tierra de cultivo
1 - 25	piedra con arcilla
25 - 51	arcilla con poca piedra (angular)
51 - 63	cascajo, canto rodado y arena
63 - 78	piedra grande y arcilla
78 - 92	arcilla con piedra grande

**POZO N° 05**

<b>NOMBRE POZO</b>	Inca Cotton N° 03 - Cuvisa
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	60.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1955
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 19	canto rodado
19 - 21.70	arcilla con arena
21.70 - 25.10	arcilla
25.10 - 38	arcilla con cascajo
38 - 39.4	cascajo con arena.
39.4 - 46.1	cascajo con arena gruesa
46.1 - 49.1	cascajo con piedra chica
49.1 - 57	cascajo con arena
57 - 70	cascajo con arena

**POZO N° 06**

<b>NOMBRE POZO</b>	Inca Cotton N° 02 - Cuvisa
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	68.40 - 107
<b>Fecha de ejecución</b>	1955
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 68.4	
68.4 - 71	cascajo con mucha arena
71 - 87	cascajo
87 - 94	arcilla blanca
94 - 98	coliche
98 - 101	cascajo
101 - 105	colidre
105 - 107	colidre con poca arcilla, piedra

**POZO N° 07**

<b>NOMBRE POZO</b>	Cervecería Backus y Jonhston - 1
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	127.20
<b>Fecha de ejecución</b>	
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 6.1	piedra grande con arcilla y cascajo
6.1 - 15.2	piedra mediana, cascajo, arcilla
15.2 - 26.1	piedra arenosa, canto rodado/piedra grande con arcilla
26.1 - 27.2	arcilla, arena, cascajo
27.2 - 32	cascajo canto rodado, arena
32 - 38.1	cascajo canto rodado, arena
38.1 - 39.8	cascajo con arena
39.8 - 54.6	cascajo arena, canto rodado
54.6 - 58.5	piedra grande de arena y cascajo
58.5 - 62.8	cascajo con arena y arcilla
62.8 - 79.3	cascajo, arena, arcilla
79.3 - 91.8	arcilla arena y piedra chica
91.8 - 97.6	canto rodado cascajo y arena
97.6 - 100.6	cascajo menudo, mucha arena
100.6 - 101.3	canto rodado poca arena
101.3 - 105.8	arena con muy poco cascajo
105.8 - 111	canto rodado arena gruesa
111 - 113.7	cascajo, arena, arcilla
113.7 - 118.7	canto rodado grande
118.7 - 123.8	arena con cascajo y arcilla
123.8 - 127.1	arcilla compacta

**POZO N° 08**

<b>NOMBRE POZO</b>	Cervecería Backus y Jonhston - 2
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	130.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1960
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 11	antepozo
11 - 32	canto rodado grande, arena, cascajo
32 - 33	cascajo con arcilla
33 - 68	canto rodado grande, arcilla, arena, cascajo
68 - 86	cascajo grande y chico, arena
86 - 95	canto rodado grande y cascajo
95 - 117	cascajo con arena y arcilla
117 - 124	canto rodado chico, arcilla arenosa, cascajo fino
124 - 130.5	arcilla blanca, canto rodado

**POZO N° 09**

<b>NOMBRE POZO</b>	Cervecería Backus y Jonhston - 3
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	123.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1956
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 2.5	tierra vegetal, material de relleno, piedra
2.5 - 23	cascajo con piedra
23 - 26	cascajo menudo y arena
26 - 31	cascajo y piedras
31 - 48	arcilla y conglomerado de cascajo
48.8 - 73	arena, cascajo fino y piedras grandes
73 - 93	cascajo piedras y arena
93 - 100	cascajo y piedras grandes
100 - 113	arcilla y piedras grandes
113 - 123	arcilla y cascajo fino

**POZO N° 10**

<b>NOMBRE POZO</b>	Cervecería Backus y Jonhston - 4
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	127.50
<b>Fecha de ejecución</b>	1968
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 2	relleno
2 - 19	canto rodado grande, arena gruesa
19 - 63	canto rodado chico y arena gruesa
63 - 76	cascajo grande y arena
76 - 101	cascajo y arcilla
101 - 106	arena gruesa
106 - 114	arena gruesa y arcilla
114 - 118	arena gruesa
118 - 122.5	arena gruesa, canto rodado y arcilla
122.5 - 127.5	arcilla y canto rodado



**POZO N° 11**

<b>NOMBRE POZO</b>	Fábrica Pacocha
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	56.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1958
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 12	canto rodado y arcilla
12 - 17	canto rodado y arena
17 - 28	arcilla, piedra menuda y arcilla
28 - 32	arena gruesa y cascajo
32 - 49	piedra, arena, arcilla
49 - 56	arcilla, piedra menuda y arcilla

**POZO N° 12**

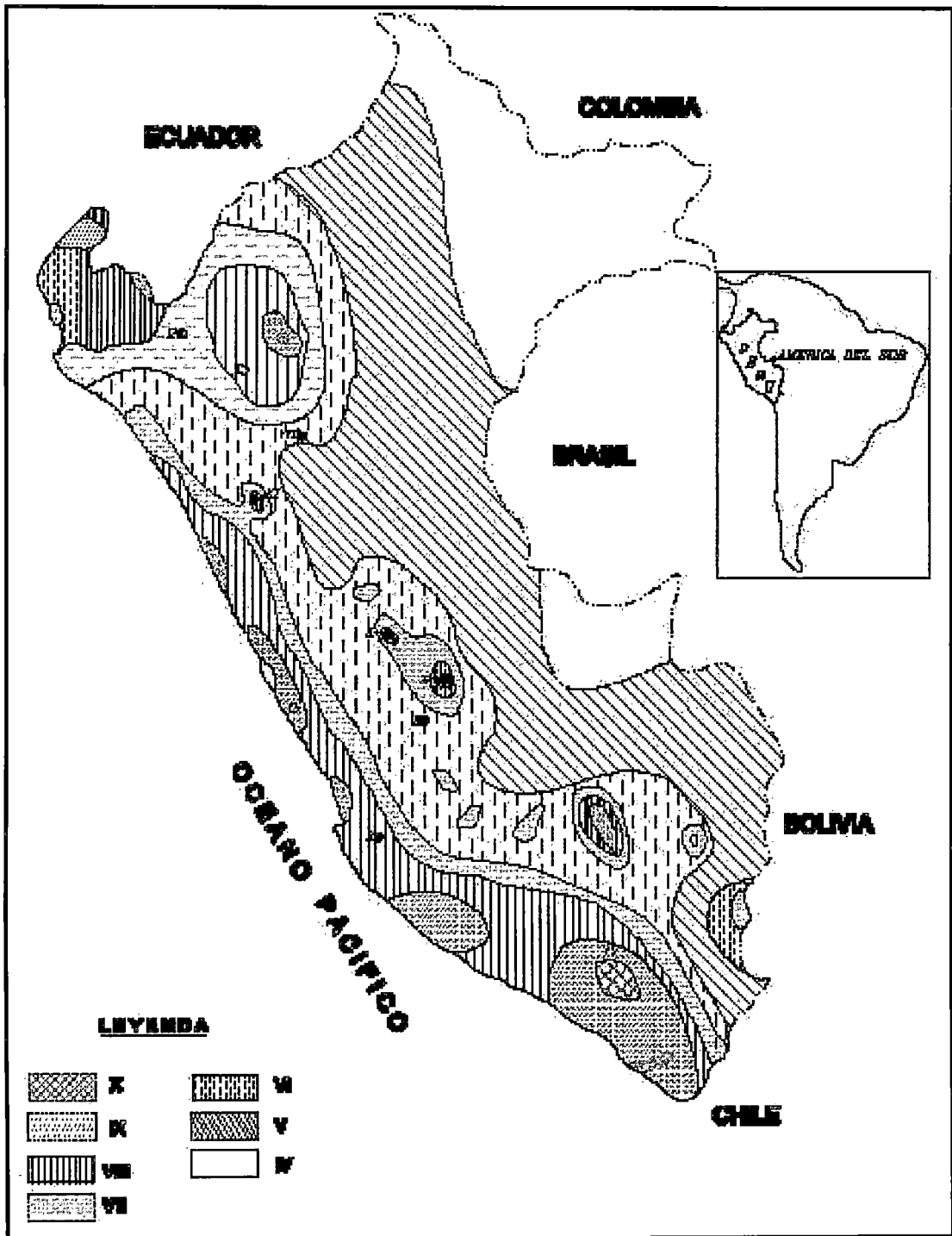
<b>NOMBRE POZO</b>	Indesa
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	74.00
<b>Fecha de ejecución</b>	1963
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 6	relleno
6 - 10	canto rodado regular
10.- 19	cascajo grueso
19 - 20	una piedra grande
20 - 49	arcilla canto rodado mediano
49 - 74	arcilla , cascajo

**POZO N° 13**

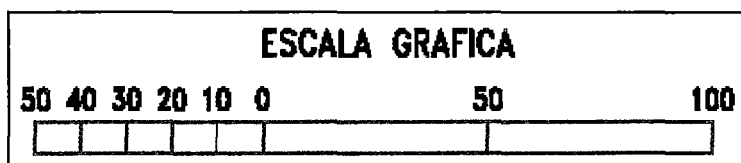
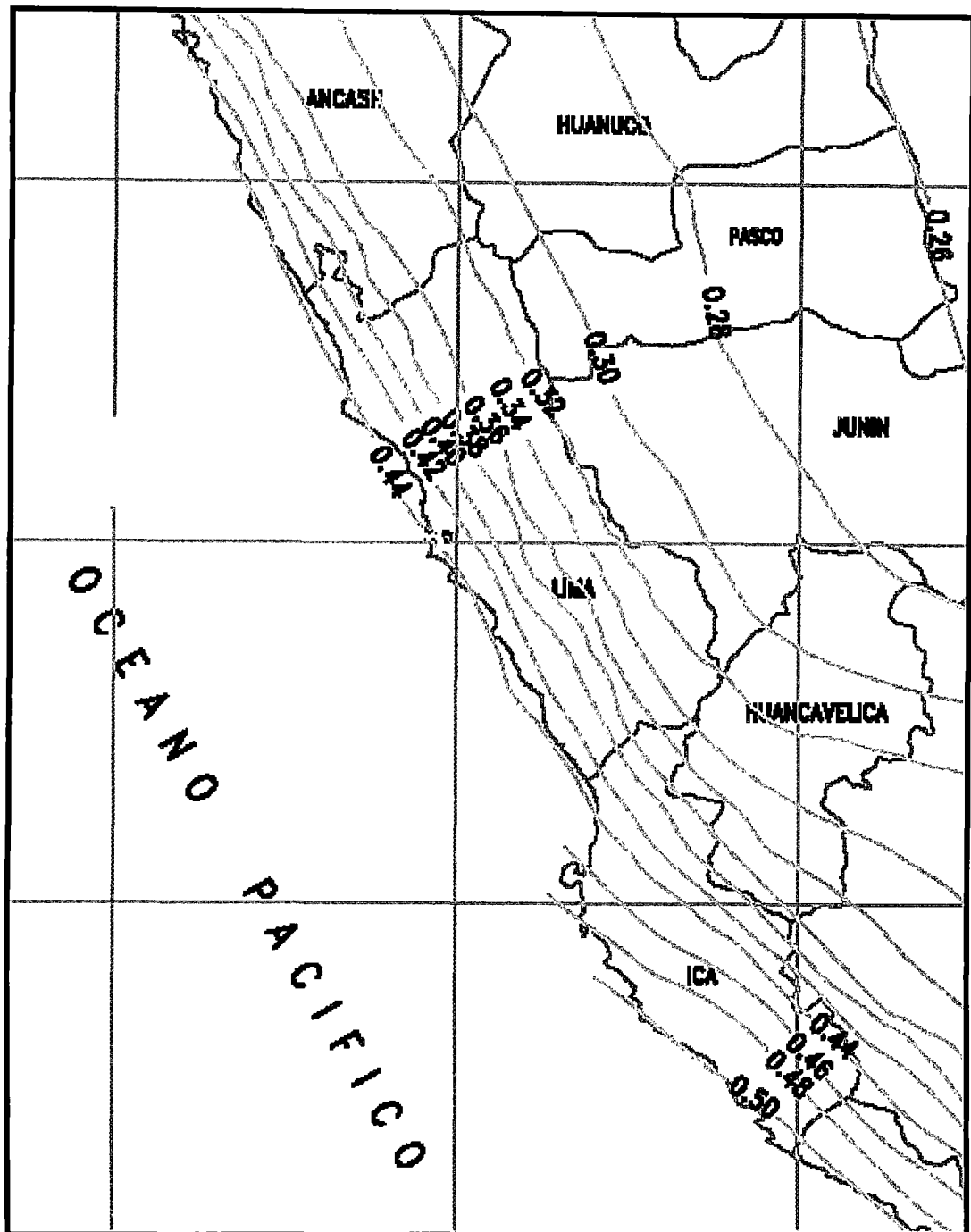
<b>NOMBRE POZO</b>	Inka Kola
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	118.50
<b>Fecha de ejecución</b>	1968
<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo material</b>
0 - 42	arena y cascajo
42 - 46	canto rodado grande y arcilla
46 - 51	canto rodado , arcilla y cascajo
51 - 86	arcilla y canto rodado , cascajo
86 - 118.5	cascajo , arcilla , canto rodado

# **ANEXO III**

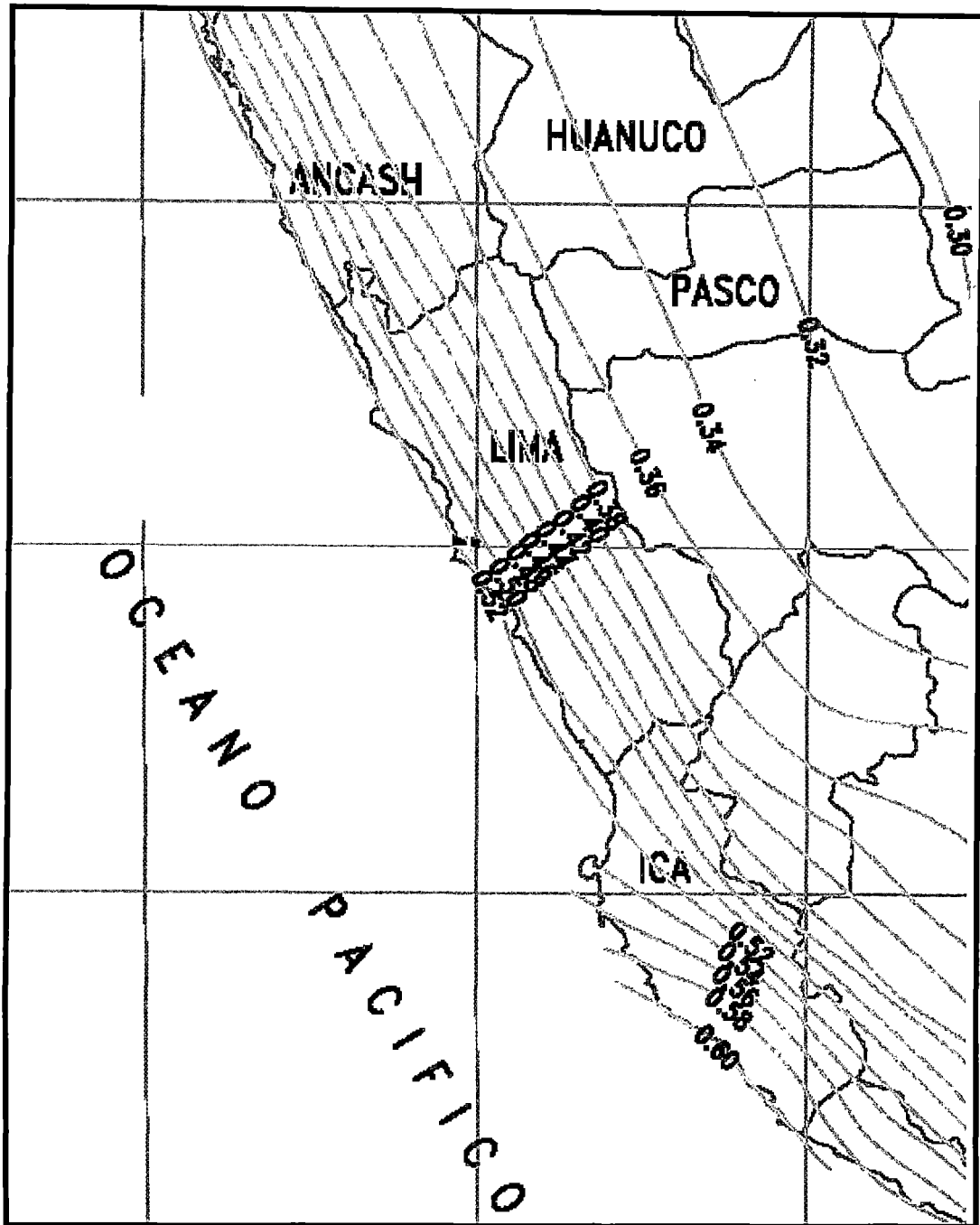
## **Consideraciones Sísmicas**



Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva et al, 1984)



Mapa de Isoaceleraciones (50 años; Alva y Castillo 1993)



Mapa de Isoaceleraciones (100 años; Alva y Castillo 1993)

## **ANEXO IV**

# **Cálculos Método Indicial de Hirosawa**

**PABELLON 01**  
**PRIMER NIVEL DIRECCIÓN X-X**

**MODULO 4 NIVELES**

PISO 1 DIR (X-X)

CALCULO E0 PISO i

1.- Materiales

f<sub>c</sub> 210  
f<sub>y</sub> 4200

2.- De los pisos

No de pisos 4

Piso N° 1

Altura piso (cm) 315

Suma pesos sobre el

(Incluso el)

761599.34

Grupo	Indice F	Indice C	F*C
Corte	1	0.098	0.098
Flexión	3.2	0.192	0.614
Placas	1	32.835	32.835
Albafilería	0.8	1.07	0.85
<b>E0</b>	<b>32.85</b>		

Resumen (kg)	
Piso 1	205919.49
Piso 2	214462.39
Piso 3	214462.39
Piso 4	126755.06
<b>Peso total</b>	<b>761599.34</b>

Placas (cm2)	Muros (cm2)
793875	301218
<b>793875</b>	<b>301218</b>

COL	N (Kg)	b (cm)	D (cm)	D-Var. (pulg)	As (cm2)	As Estr.(cm2)	s (cm)	Mu (Kg-cm)	Qsu (Kg)	Qmu (Kg)	Tipo falla	F
1	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2
2	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2
3	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	3.2
4	0.0	40	50	1+3/4	17.10	1.41	25	1436750.0	38182.9	9121.1	Flexión	3.2
5	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	3.2
6	0.0	40	50	1+3/4	17.10	1.41	25	1436750.0	38182.9	9121.1	Flexión	3.2
7	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	3.2
8	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2
9	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2
10	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2
11	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2
12	0.0	25	58	5/8	11.88	1.41	25	1148010.5	28260.7	7287.7	Flexión	3.2
13	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
14	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
15	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
16	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
17	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
18	0.0	25	58	5/8	11.88	1.41	25	1148010.5	28260.7	7287.7	Flexión	3.2
19	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
20	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
21	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
22	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2
23	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2
24	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2
25	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2
26	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2
27	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2
28	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2
29	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2

**DETERMINACION F**

$$F = \phi \sqrt{2U-1}$$

$$\phi = \frac{1}{0.75(1+0.05U)}$$

$$U = U_0 - K_1 - K_2$$

$$(1 \leq U \leq 5)$$

$$U_0 = 10 \left( \frac{Q_{su}}{Q_u} - 0.1 \right)$$

$$K_1 = 2.0$$

$$(si \Rightarrow s \leq 8\phi \Rightarrow K_1 = 0)$$

$$K_2 = 30 \left( \frac{\tau_u}{f'c} - 0.1 \right) \geq 0$$

$$\tau_u = \frac{Q_u}{b * j}$$

Título: Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos en el distrito del Rimac y análisis de Riesgo Sísmico  
para el reforzamiento del C.E. N° 3006

Autor: Bach. Ing° Danmer Aleksei Juape Chamaya

CALCULO DEL $S_d$ (DIR X-X)				
<b>A.- EXISTE IRREGULARIDADES EN PLANTA? = NO</b>				
$G_{1a} =$	1			
$R_{1a} =$	0.5	$q_{1a} = 1 - (1 - G_{1a})R_{1a}$		1
<b>B.- RELACION ANCHO LONGITUD (b)</b>				
b = LONGITUD MAYOR / LONGITUD MENOR				
b = 31.25/8.9	3.5			
$G_{1b} =$	1			
$R_{1b} =$	0.25	$q_{1b} = 1 - (1 - G_{1b})R_{1b}$		1
<b>C.- HAY SALIENTES? = NO</b>				
$G_{1c} =$	1			
$R_{1c} =$	0.25	$q_{1c} = 1 - (1 - G_{1c})R_{1c}$		1
<b>D.- HAY JUNTAS DE EXPANSION? = NO</b>				
$G_{1d} =$	0.8			
$R_{1d} =$	0.25	$q_{1d} = 1 - (1 - G_{1d})R_{1d}$		0.95
<b>E.- EXISTEN AMBIENTES ABIERTOS? = NO</b>				
$G_{1e} =$	1			
$R_{1e} =$	0.25	$q_{1e} = 1 - (1 - G_{1e})R_{1e}$		1
<b>F.- CONSIDERAR EXCENTRICIDAD DEL AMBIENTE ABIERTO? = NO</b>				
$G_{1f} =$	1			
$R_{1f} =$	0	$q_{1f} = 1 - (1 - G_{1f})R_{1f}$		1
<b>H.- EXISTEN SOTANOS? = NO</b>				
$G_{1h} =$	1			
$R_{1h} =$	1	$q_{1h} = 1 - (1 - G_{1h})R_{1h}$		1
<b>I.- ALTURAS DE PISO SON DIFERENTES? = SI</b>				
i = 3/3.65	0.8	como $i \geq 0.8$		
$G_{1i} =$	1			
$R_{1i} =$	1	$q_{1i} = 1 - (1 - G_{1i})R_{1i}$		1
<b>L.- CONSIDERAR LA EXCENTRICIDAD DEL CENTRO DE GRAVEDAD AL CENTRO DE RIGIDEZ? = NO</b>				
$G_{1L} =$	1			
$R_{1L} =$	1	$q_{1L} = 1 - (1 - G_{1L})R_{1L}$		1
<b>N.- CONSIDERAR LA RELACION PESO RIGIDEZ DE LOS PISOS? = NO</b>				
DIF < 20%				
$G_{1n} =$	1			
$R_{1n} =$	1	$q_{1n} = 1 - (1 - G_{1n})R_{1n}$		1
<b><math>S_d</math> <math>q_i</math> (tot) = 0.95</b>				



## CALCULO DEL T (DETERIORO Y ATENUACION)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		DETERIORO	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA		
A	A1	EXPANSION DE GRIETAS EN EL CONCRETO DEBIDO A ERRUMBE DEL REFUERZO						
	A2	CORROSION EN EL REFUERZO						
	A3	GRIETAS POR FUEGO						
	A4	DETERIORO C°A° POR REACCIONES QUIMICAS U OTROS						
B	B1	DISOLUCION DEL ERRUMBE EN EL REFUERZO DEBIDO A FUGAS DE AGUA						
	B2	DETERIORO DEL C°A° ALREDEDOR DEL REFUERZO						
	B3	SEPARACION REMARCADA EN LOS ACABADOS	0.001					
C	C1	MANCHAS NOTORIAS POR AGUA, SUSTANCIAS QUIMICAS U OTROS						
	C2	BREVE SEPARACION DE LOS ACABADOS	0	0.001	0.005		Σ TOT (Pt)	
			Pt	0.001	0.001	0.005	0	0.007

## CALCULO DEL T (GRIETAS Y DEFLEXIONES)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		GRIETAS Y DEFLEXIONES	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA		
A	A1	RAJADURAS QUE SIGUEN DIFERENTES DIRECCIONES	0.002					
	A2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINACIONES EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (VISIBLES AL OJO HUMANO)		0.017	0.05			
B	B1	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE INTERFIEREN CON LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES						
	B2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINADAS EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS ( NO VISIBLES AL OJO HUMANO)						
	B3	RAJADURAS DE DEFLEXION O VERTICALES EN VIGAS Y COLUMNAS (CLARAMENTE VISIBLES)						
C	C1	RAJADURAS ESTRUCT PEQUEÑAS (NO ES CASO A, NI B)						
	C2	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE NO CORRESPONDEN NI AL CASO A, NI AL CASO B					Σ TOT (Ps)	
			Ps	0.002	0.017	0.05	0	0.069

PISO N°	Pt	Ps	T = (1-Pt)*(1-Ps)
1	0.007	0.069	0.924483

**FINALMENTE:**

## DIR SISMO X-X

PISO	EO	Sd	T	Is	Io	
1	32.85	0.95	0.924483	28.9	0.9	NO VULNERABLE

**PABELLON 01**  
**PRIMER NIVEL DIRECCIÓN Y-Y**

<b>MODULO 4 NIVELES</b>														
PISO 1 (DIR Y-Y)														
CALCULO ED PISO :														
1.- Materiales														
fc	210													
fy	4200													
2.- De los pisos														
No de pisos	4													
Piso N°	1													
Altura piso (cm)	315													
Suma pesos sobre el (Incluso el)	761599.34													
<b>COL</b>	<b>N (Kg)</b>	<b>h (cm)</b>	<b>D (cm)</b>	<b>D-Var. (pulg)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>As Estr.(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>s (cm)</b>	<b>Mu (Kg-cm)</b>	<b>Qsu (Kg)</b>	<b>Qmu (Kg)</b>	<b>Tipo falla</b>	<b>F</b>	<b>DETERMINACION F</b>	
1	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	1.0	$F = \phi \sqrt{2U-1}$	
2	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	1.0	$\phi = \frac{1}{0.75(1+0.05U)}$	
3	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	1.0	$U = U_0 - K_1 - K_2$	
4	0.0	40	50	1+3/4	17.10	1.41	25	1436750.0	38182.9	9121.1	Flexión	1.0	$(1 \leq U \leq 5)$	
5	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	1.0	$U_0 = 10 \left( \frac{Q_{su}}{Q_u} - 0.1 \right)$	
6	0.0	40	50	1+3/4	17.10	1.41	25	1436750.0	38182.9	9121.1	Flexión	1.0	$K_1 = 2.0$	
7	0.0	40	50	1+3/4	25.98	1.41	25	2182670.0	38941.6	13857.1	Flexión	1.0	$(si \Rightarrow s \leq 8\phi \Rightarrow K_1 = 0)$	
8	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	1.0	$K_2 = 30 \left( \frac{\tau_u}{f'c} - 0.1 \right) \geq 0$	
9	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	1.0	$\tau_u = \frac{Q_u}{b * j}$	
10	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2		
11	0.0	25	40	5/8	7.92	1.41	25	532504.0	18226.9	3380.1	Flexión	3.2		
12	0.0	25	58	5/8	11.88	1.41	25	1148010.5	28260.7	7287.7	Flexión	3.2		
13	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
14	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
15	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
16	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
17	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
18	0.0	25	58	5/8	11.88	1.41	25	1148010.5	28260.7	7287.7	Flexión	3.2		
19	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
20	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
21	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
22	0.0	25	25	5/8	7.92	1.41	25	332815.0	10747.9	2112.6	Flexión	3.2		
23	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2		
24	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2		
25	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2		
26	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	1.0		
27	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2		
28	0.0	40	50	1+3/4	31.68	1.41	25	2661470.0	39327.8	16897.1	Flexión	3.2		
29	0.0	25	40	3/4	17.10	1.41	25	1149400.0	18787.0	7296.9	Flexión	3.2		

Grupo	Índice F	Índice C	F*C
Corte	1	0.107	0.107
Flexión	3.2	0.183	0.586
Placas	1	0.000	0.000
Albañilería	0.8	2.38	1.90
<b>ED</b>	<b>2.00</b>		

Resumen (kg)	
Piso 1	205919.49
Piso 2	214462.39
Piso 3	214462.39
Piso 4	126755.06
<b>Peso total</b>	<b>761599.34</b>

Placas (cm <sup>2</sup> )	Muros (cm <sup>2</sup> )
	189800
	240900
	240900
<b>0</b>	<b>671600</b>

CALCULO DEL $S_d$ (DIR Y-Y)							
<b>A.- EXISTE IRREGULARIDADES EN PLANTA? = NO</b>							
$G_{1a} =$	1						
$R_{1a} =$	0.5	$q_{1a} = 1 - (1 - G_{1a})R_{1a}$		1			
<b>B.- RELACION ANCHO LONGITUD (b)</b>							
$b = \text{LONGITUD MAYOR} / \text{LONGITUD MENOR}$							
$b =$	31.25/8.9	3.5					
$G_{1b} =$	1						
$R_{1b} =$	0.25	$q_{1b} = 1 - (1 - G_{1b})R_{1b}$		1			
<b>C.- HAY SALIENTES? = NO</b>							
$G_{1c} =$	1						
$R_{1c} =$	0.25	$q_{1c} = 1 - (1 - G_{1c})R_{1c}$		1			
<b>D.- HAY JUNTAS DE EXPANSION? = NO</b>							
$G_{1d} =$	0.8						
$R_{1d} =$	0.25	$q_{1d} = 1 - (1 - G_{1d})R_{1d}$		0.95			
<b>E.- EXISTEN AMBIENTES ABIERTOS? = NO</b>							
$G_{1e} =$	1						
$R_{1e} =$	0.25	$q_{1e} = 1 - (1 - G_{1e})R_{1e}$		1			
<b>F.- CONSIDERAR EXCENRICIDAD DEL AMBIENTE ABIERTO? = NO</b>							
$G_{1f} =$	1						
$R_{1f} =$	0	$q_{1f} = 1 - (1 - G_{1f})R_{1f}$		1			
<b>H.- EXISTEN SOTANOS? = NO</b>							
$G_{1h} =$	1						
$R_{1h} =$	1	$q_{1h} = 1 - (1 - G_{1h})R_{1h}$		1			
<b>I.- ALTURAS DE PISO SON DIFERENTES? = SI</b>							
$i =$	3/3.65	0.8	como $i \geq 0.8$				
$G_{1i} =$	1						
$R_{1i} =$	1	$q_{1i} = 1 - (1 - G_{1i})R_{1i}$		1			
<b>L.- CONSIDERAR LA EXCENRICIDAD DEL CENTRO DE GRAVEDAD AL CENTRO DE RIGIDEZ? = NO</b>							
$G_{1L} =$	1						
$R_{1L} =$	1	$q_{1L} = 1 - (1 - G_{1L})R_{1L}$		1			
<b>N.- CONSIDERAR LA RELACION PESO RIGIDEZ DE LOS PISOS? = NO</b>							
DIF < 20%							
$G_{1n} =$	1						
$R_{1n} =$	1	$q_{1n} = 1 - (1 - G_{1n})R_{1n}$		1			
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>S_d</math></td> <td><math>q_i</math> (tot) =</td> <td>0.95</td> </tr> </table>					$S_d$	$q_i$ (tot) =	0.95
$S_d$	$q_i$ (tot) =	0.95					

## CALCULO DEL T (DETERIORO Y ATENUACION)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		DETERIORO	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	EXPANSION DE GRIETAS EN EL CONCRETO DEBIDO A ERRUMBE DEL REFUERZO					
	A2	CORROSION EN EL REFUERZO					
	A3	GRIETAS POR FUEGO					
	A4	DETERIORO C°A° POR REACCIONES QUIMICAS U OTROS					
B	B1	DISOLUCION DEL ERRUMBE EN EL REFUERZO DEBIDO A FUGAS DE AGUA					
	B2	DETERIORO DEL C°A° ALREDEDOR DEL REFUERZO					
	B3	SEPARACION REMARCADA EN LOS ACABADOS	0.001				
C	C1	MANCHAS NOTORIAS POR AGUA, SUSTANCIAS QUIMICAS U OTROS					
	C2	BREVE SEPARACION DE LOS ACABADOS	0	0.001	0.005		Σ TOT (Pt)
Pt			0.001	0.001	0.005	0	0.007

## CALCULO DEL T (GRIETAS Y DEFLEXIONES)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		GRIETAS Y DEFLEXIONES	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	RAJADURAS QUE SIGUEN DIFERENTES DIRECCIONES	0.002				
	A2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINACIONES EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (VISIBLES AL OJO HUMANO)		0.017	0.05		
B	B1	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE INTERFIEREN CON LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES					
	B2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINADAS EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (NO VISIBLES AL OJO HUMANO)					
	B3	RAJADURAS DE DEFLEXION O VERTICALES EN VIGAS Y COLUMNAS (CLARAMENTE VISIBLES)					
C	C1	RAJADURAS ESTRUCT PEQUEÑAS (NO ES CASO A, NI B)					
	C2	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE NO CORRESPONDEN NI AL CASO A, NI AL CASO B					Σ TOT (Ps)
Ps			0.002	0.017	0.05	0	0.069

PISO N°	Pt	Ps	T = (1-Pt)*(1-Ps)
1	0.007	0.069	0.924483

**FINALMENTE:**

## DIR SISMO Y-Y

PISO	EO	Sd	T	Is	Io	
1	2.00	0.95	0.924483	1.8	0.9	<b>NO VULNERABLE</b>

**PABELLON 02**  
**PRIMER NIVEL DIRECCIÓN X-X**

<b>CALCULO DE Eo</b>			
$E_0 = \frac{(N_p + 1)}{(N_p + i)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_o + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \} * F$			
<b>Dir Análisis</b>	X-X		
<b>Num de Niveles (Np)</b>	2.00		
<b>Nivel de análisis (Ni)</b>	1		
<b>Modo de Falla</b>	C		
$\alpha_1$	0.00		
$\alpha_2$	0.00		
$\alpha_3$	1.00		
<b>Indice de ductibilidad (F)</b>	1.00		
<b>Peso Total</b>	<b>231162.83</b>	kg	
Piso 1	133446.38	kg	
Piso 2	97716.45	kg	
<b>Altura libre (h)</b>	1.80	1.8	m
<b>Peralte columna (D)</b>	0.40	0.15	m
<b>h/D</b>	4.50	12.00	
<b>Resistencia concreto (f'c)</b>	175.00	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Cc (Indice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado)</b>	$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$		
<b>Sumatoria A<sub>c1</sub></b>	2000	cm <sup>2</sup>	
<b>Sumatoria A<sub>c2</sub></b>	750	cm <sup>2</sup>	
<b>Cc</b>	0.10		
<b>E<sub>0</sub></b>	0.10		

Resumen	(kg)
Piso 1	133446.38
Piso 2	97716.45
<b>Peso total</b>	<b>231162.83</b>

**CALCULO DEL Sd (DIR X-X)****A.- EXISTE IRREGULARIDADES EN PLANTA? = NO**

$$\begin{array}{l} G1a = 1 \\ R1a = 0.5 \end{array} \quad q1a = 1 - (1 - G1a)R1a \quad 1$$

**B.- RELACION ANCHO LONGITUD (b)**

b = LONGITUD MA YOR / LONGITUD MENOR

$$\begin{array}{l} b = 17.25/6.5 \quad 2.7 \\ G1b = 1 \\ R1b = 0.25 \end{array} \quad q1b = 1 - (1 - G1b)R1b \quad 1$$

**C.- HAY SALIENTES? = NO**

$$\begin{array}{l} G1c = 1 \\ R1c = 0.25 \end{array} \quad q1c = 1 - (1 - G1c)R1c \quad 1$$

**D.- HAY JUNTAS DE EXPANSION? = NO**

$$\begin{array}{l} G1d = 0.8 \\ R1d = 0.25 \end{array} \quad q1d = 1 - (1 - G1d)R1d \quad 0.95$$

**E.- EXISTEN AMBIENTES ABIERTOS? = NO**

$$\begin{array}{l} G1e = 1 \\ R1e = 0.25 \end{array} \quad q1e = 1 - (1 - G1e)R1e \quad 1$$

**F.- CONSIDERAR EXCENTRICIDAD DEL AMBIENTE ABIERTO? = NO**

$$\begin{array}{l} G1f = 1 \\ R1f = 0 \end{array} \quad q1f = 1 - (1 - G1f)R1f \quad 1$$

**H.- EXISTEN SOTANOS? = NO**

$$\begin{array}{l} G1h = 1 \\ R1h = 1 \end{array} \quad q1h = 1 - (1 - G1h)R1h \quad 1$$

**I.- ALTURAS DE PISO SON DIFERENTES? = SI**

$$\begin{array}{l} i = 3/3.65 \quad 0.8 \quad \text{como } i \geq 0.8 \\ G1i = 1 \\ R1i = 0.25 \end{array} \quad q1i = 1 - (1 - G1i)R1i \quad 1$$

**L.- CONSIDERAR LA EXCENTRICIDAD DEL CENTRO DE GRAVEDAD AL CENTRO DE RIGIDEZ? = NO**

$$\begin{array}{l} G1L = 1 \\ R1L = 1 \end{array} \quad q1L = 1 - (1 - G1L)R1L \quad 1$$

**N.- CONSIDERAR LA RELACION PESO RIGIDEZ DE LOS PISOS? = NO**

$$\begin{array}{l} \text{DIF} < 20\% \\ G1n = 1 \\ R1n = 1 \end{array} \quad q1n = 1 - (1 - G1n)R1n \quad 1$$

Sd	qi (tot) =	0.95
----	------------	------

## CALCULO DEL T (DETERIORO Y ATENUACION)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS	DETERIORO	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	EXPANSION DE GRIETAS EN EL CONCRETO DEBIDO A ERRUMBE DEL REFUERZO				
	A2	CORROSION EN EL REFUERZO				
	A3	GRIETAS POR FUEGO				
	A4	DETERIORO C°A° POR REACCIONES QUIMICAS U OTROS				
B	B1	DISOLUCION DEL ERRUMBE EN EL REFUERZO DEBIDO A FUGAS DE AGUA				
	B2	DETERIORO DEL C°A° ALREDEDOR DEL REFUERZO				
	B3	SEPARACION REMARCADA EN LOS ACABADOS	0.001			
C	C1	MANCHAS NOTORIAS POR AGUA, SUSTANCIAS QUIMICAS U OTROS				
	C2	BREVE SEPARACION DE LOS ACABADOS	0	0.001	0.005	
	Pt	0.001	0.001	0.005	0	Σ TOT (Pt) 0.007

## CALCULO DEL T (GRIETAS Y DEFLEXIONES)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS	GRIETAS Y DEFLEXIONES	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA	
A	A1	RAJADURAS QUE SIGUEN DIFERENTES DIRECCIONES	0.002			
	A2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINACIONES EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (VISIBLES AL OJO HUMANO)		0.017	0.05	
B	B1	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE INTERFIEREN CON LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
	B2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINADAS EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (NO VISIBLES AL OJO HUMANO)				
	B3	RAJADURAS DE DEFLEXION O VERTICALES EN VIGAS Y COLUMNAS (CLARAMENTE VISIBLES)				
C	C1	RAJADURAS ESTRUCT PEQUEÑAS (NO ES CASO A, NI B)				
	C2	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE NO CORRESPONDEN NI AL CASO A, NI AL CASO B				
	Ps	0.002	0.017	0.05	0	Σ TOT (Ps) 0.069

PISO N°	Pt	Ps	T = (1-Pt)*(1-Ps)
1	0.007	0.069	0.924483

**FINALMENTE:**

## DIR SISMO X-X

PISO	EO	Sd	T	Is	Io	
1	0.10	0.95	0.924483	0.0878	1.2	<b>VULNERABLE</b>

**PABELLON 02**  
**PRIMER NIVEL DIRECCIÓN Y-Y**

**CALCULO DE Eo**

$$E_0 = \frac{(N_p + 1)}{(N_p + i)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \} * F$$

Dir Análisis	Y-Y
Num de Niveles (Np)	2.00
Nivel de análisis (Ni)	1
Modo de Falla	A
$\alpha_1$	1.00
$\alpha_2$	0.70
$\alpha_3$	0.50

Resumen	(kg)
Piso 1	133446.38
Piso 2	97716.45
<b>Peso total</b>	<b>231162.83</b>

Índice de ductibilidad : 1.00

Esfuerzo Normal ( $\sigma$ )	1.03	kg/cm <sup>2</sup>
Area de muros	46875.00	cm <sup>2</sup>
Suma de pisos	231162.83	kg
Piso 1	133446.38	kg
Piso 2	97716.45	kg

Altura de muro (h)	3.00	m
Espesor de Muro (t)	0.25	m
Resistencia	35.00	kg/cm <sup>2</sup>
Albañilería (f'm)		

Esfuerzo Admisible ( $\tau$ )  $\tau = 0.2 * f' * m \left( 1 - \left( \frac{h}{35 * t} \right)^2 \right)$

Esfuerzo Admisible ( $\tau$ ) 7.00 kg/cm<sup>2</sup>

**C<sub>ma</sub> (Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada)**

$$C_{ma} = \frac{0.6 * (0.45 * \tau_0 + 0.25 * \sigma_0) * \Sigma A_{ma}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

C<sub>ma</sub> 0.41

E<sub>o</sub> 0.41



**CALCULO DEL Sd (DIR Y-Y)****A.- EXISTE IRREGULARIDADES EN PLANTA? = NO**

$$\begin{array}{l} G1a = 1 \\ R1a = 0.5 \end{array} \quad \mathbf{q1a = 1-(1-G1a)R1a} \quad 1$$

**B.- RELACION ANCHO LONGITUD (b)**

b = LONGITUD MA YOR / LONGITUD MENOR

b = 17.25/6.5 = 2.7

$$\begin{array}{l} G1b = 1 \\ R1b = 0.25 \end{array} \quad \mathbf{q1b = 1-(1-G1b)R1b} \quad 1$$

**C.- HAYS SALIENTES? = NO**

$$\begin{array}{l} G1c = 1 \\ R1c = 0.25 \end{array} \quad \mathbf{q1c = 1-(1-G1c)R1c} \quad 1$$

**D.- HAY JUNTAS DE EXPANSION? = NO**

$$\begin{array}{l} G1d = 0.8 \\ R1d = 0.25 \end{array} \quad \mathbf{q1d = 1-(1-G1d)R1d} \quad 0.95$$

**E.- EXISTEN AMBIENTES ABIERTOS? = NO**

$$\begin{array}{l} G1e = 1 \\ R1e = 0.25 \end{array} \quad \mathbf{q1e = 1-(1-G1e)R1e} \quad 1$$

**F.- CONSIDERAR EXCENRICIDAD DEL AMBIENTE ABIERTO? = NO**

$$\begin{array}{l} G1f = 1 \\ R1f = 0 \end{array} \quad \mathbf{q1f = 1-(1-G1f)R1f} \quad 1$$

**H.- EXISTEN SOTANOS? = NO**

$$\begin{array}{l} G1h = 1 \\ R1h = 1 \end{array} \quad \mathbf{q1h = 1-(1-G1h)R1h} \quad 1$$

**L- ALTURAS DE PISO SON DIFERENTES? = SI**

i = 3/3.1 = 1.0 como i &gt;= 0.8

$$\begin{array}{l} G1i = 1 \\ R1i = 0.25 \end{array} \quad \mathbf{q1i = 1-(1-G1i)R1i} \quad 1$$

**L.- CONSIDERAR LA EXCENRICIDAD DEL CENTRO DE GRAVEDAD AL CENTRO DE RIGIDEZ? = NO**

$$\begin{array}{l} G1L = 1 \\ R1L = 1 \end{array} \quad \mathbf{q1L = 1-(1-G1L)R1L} \quad 1$$

**N.- CONSIDERAR LA RELACION PESO RIGIDEZ DE LOS PISOS? = NO**

DIF &lt; 20%

$$\begin{array}{l} G1n = 1 \\ R1n = 1 \end{array} \quad \mathbf{q1n = 1-(1-G1n)R1n} \quad 1$$

Sd	qi (tot) =	0.95
----	------------	------

## CALCULO DEL T (DETERIORO Y ATENUACION)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		DETERIORO	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA		
A	A1	EXPANSION DE GRIETAS EN EL CONCRETO DEBIDO A ERRUMBE DEL REFUERZO						
	A2	CORROSION EN EL REFUERZO						
	A3	GRIETAS POR FUEGO						
	A4	DETERIORO C°A° POR REACCIONES QUIMICAS U OTROS						
B	B1	DISOLUCION DEL ERRUMBE EN EL REFUERZO DEBIDO A FUGAS DE AGUA						
	B2	DETERIORO DEL C°A° ALREDEDOR DEL REFUERZO						
	B3	SEPARACION REMARCADA EN LOS ACABADOS	0.001					
C	C1	MANCHAS NOTORIAS POR AGUA, SUSTANCIAS QUIMICAS U OTROS						
	C2	BREVE SEPARACION DE LOS ACABADOS	0	0.001	0.005		Σ TOT (Pt)	
			Pt	0.001	0.001	0.005	0	0.007

## CALCULO DEL T (GRIETAS Y DEFLEXIONES)

	IDENT	A	B	C
LOSA	1	0.017	0.005	0.001
	2	0.006	0.002	0
	3	0.002	0.001	0
VIGAS	1	0.05	0.015	0.004
	2	0.017	0.005	0.001
	3	0.006	0.002	0
PLACAS Y COLUMNAS	1	0.15	0.046	0.011
	2	0.05	0.015	0.004
	3	0.017	0.005	0.001

CASOS		GRIETAS Y DEFLEXIONES	LOSA	VIGA	COLUMNA	PLACA		
A	A1	RAJADURAS QUE SIGUEN DIFERENTES DIRECCIONES	0.002					
	A2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINACIONES EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (VISIBLES AL OJO HUMANO)		0.017	0.05			
B	B1	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE INTERFIEREN CON LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES						
	B2	RAJADURAS DE CORTE O INCLINADAS EN VIGAS, PLACAS Y COLUMNAS (NO VISIBLES AL OJO HUMANO)						
	B3	RAJADURAS DE DEFLEXION O VERTICALES EN VIGAS Y COLUMNAS (CLARAMENTE VISIBLES)						
C	C1	RAJADURAS ESTRUCT PEQUEÑAS (NO ES CASO A, NI B)						
	C2	DEFLEXION EN LOSA Y VIGAS QUE NO CORRESPONDEN NI AL CASO A, NI AL CASO B					Σ TOT (Ps)	
			Ps	0.002	0.017	0.05	0	0.069

PISO N°	Pt	Ps	T = (1-Pt)*(1-Ps)
1	0.007	0.069	0.924483

**FINALMENTE:**

## DIR SISMO Y-Y

PISO	EO	Sd	T	Is	Io	
1	0.41	0.95	0.924483	0.36	1.2	<b>VULNERABLE</b>

# ANEXO V

## Registro Fotográfico



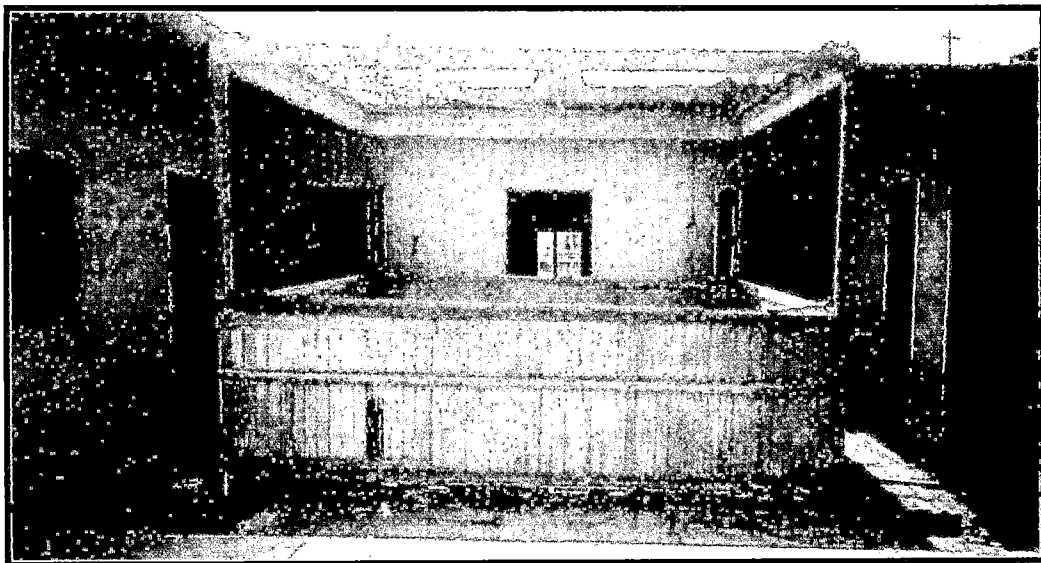
Fotografía N° AV.1: CE N° 3012 (El Altillo), deterioro en la columna por problemas de humedad.



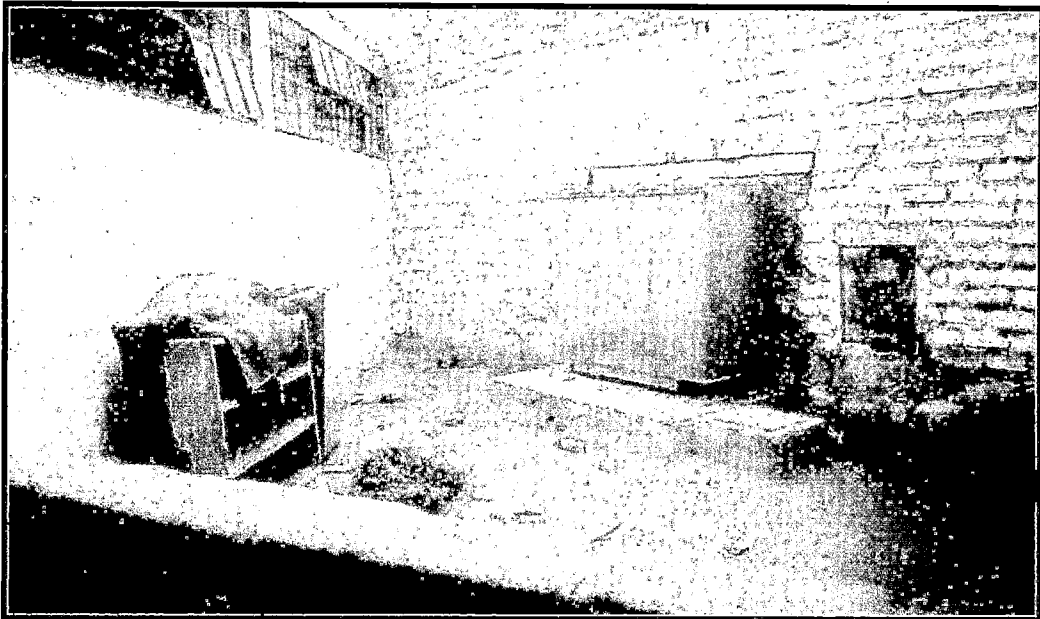
Fotografía N° AV.2: CE N° 3012 (El Altillo), Muro de cerco con peligro de volteo hacia el patio de recreo, deterioro por causa de caídas de aguas de las viviendas ubicadas frente al CE; no tiene arriostramiento, construcción informal de mala calidad.



Fotografía N° AV.3: **CE Manuel Pardo**: para tener acceso al centro hay que pasar por una edificación muy antigua que es amparada por el INC, que evita su demolición. La edificación es de madera en muy mal estado de conservación. Como se puede apreciar existe una Sub-estación de Luz que se encuentra frente a la edificación.



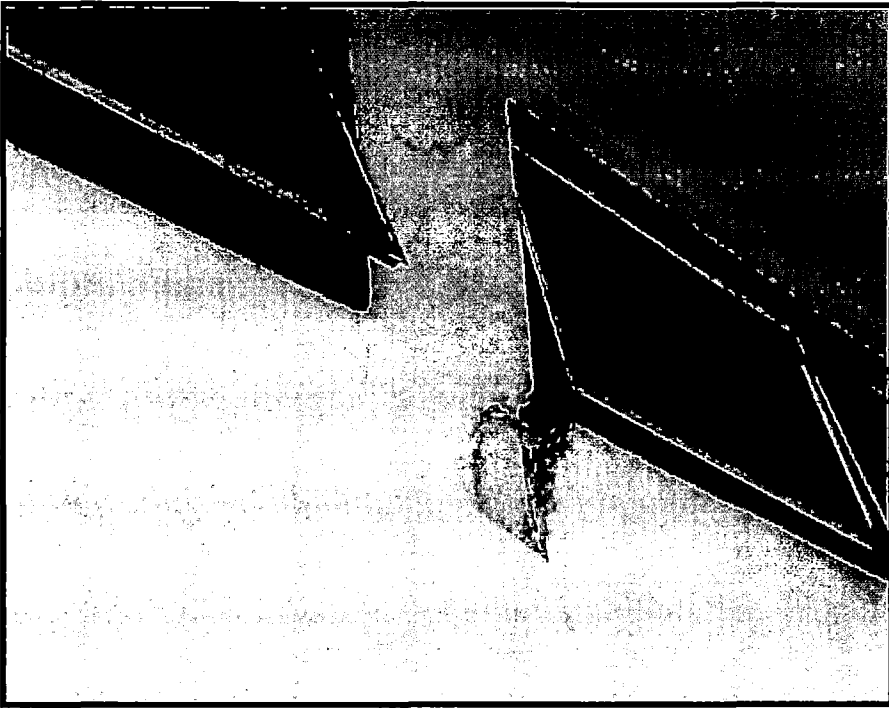
Fotografía N° AV.4: **CE Manuel Pardo**: vista del segundo nivel de la edificación antigua, se puede notar un mal estado de conservación, estos ambientes inhabitables se encuentran por encima de la única zona de acceso al CE



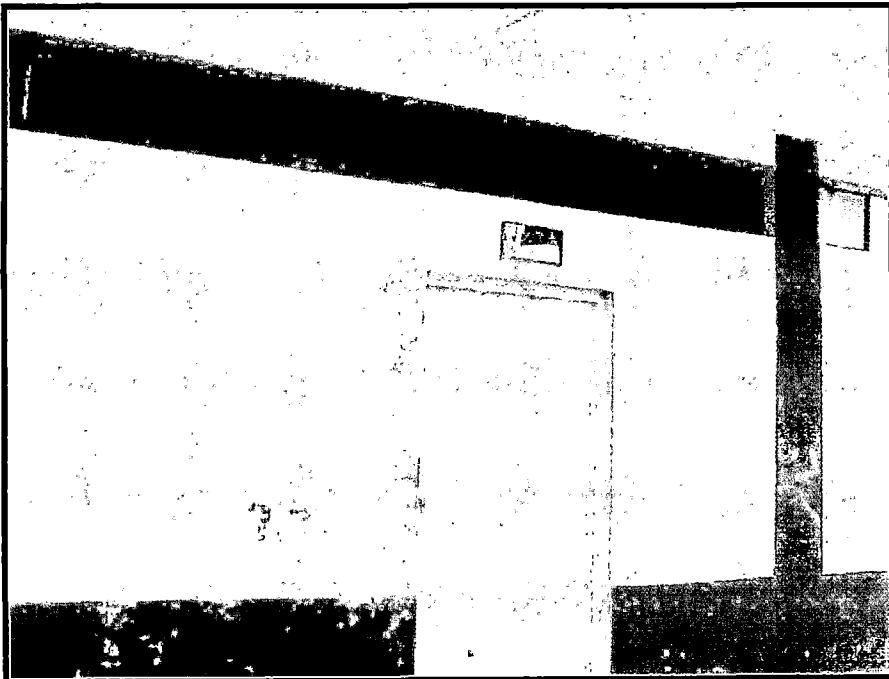
Fotografía N° AV.5: CEI N° 3.25: dentro de este centro se encuentra una Sub-Estación de Luz, sólo un muro de 1.50m de altura separa este generador de energía del patio de recreo.



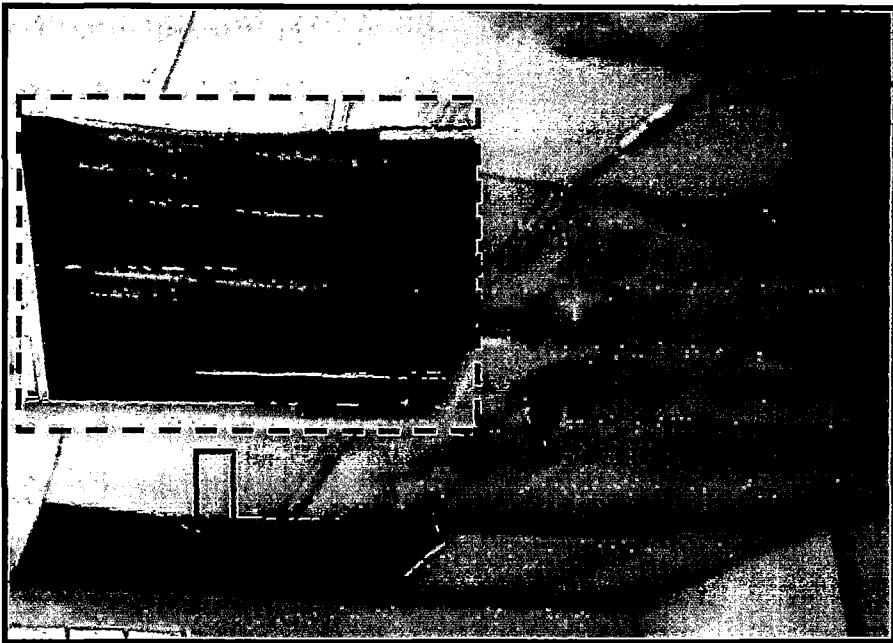
Fotografía N° AV.6: CEI N° 3.25: la parte inferior del cerco que separa el centro educativo de la calle se encuentra en muy mal estado por problemas de humedad, éste en cualquier momento se puede voltear, además de no tener columnas adecuadas de confinamiento.



Fotografía N° AV.7: **GUE MARIA PARADO DE BELLIDO:**  
Problema de columna corta en el segundo nivel de uno de sus pabellones típicos

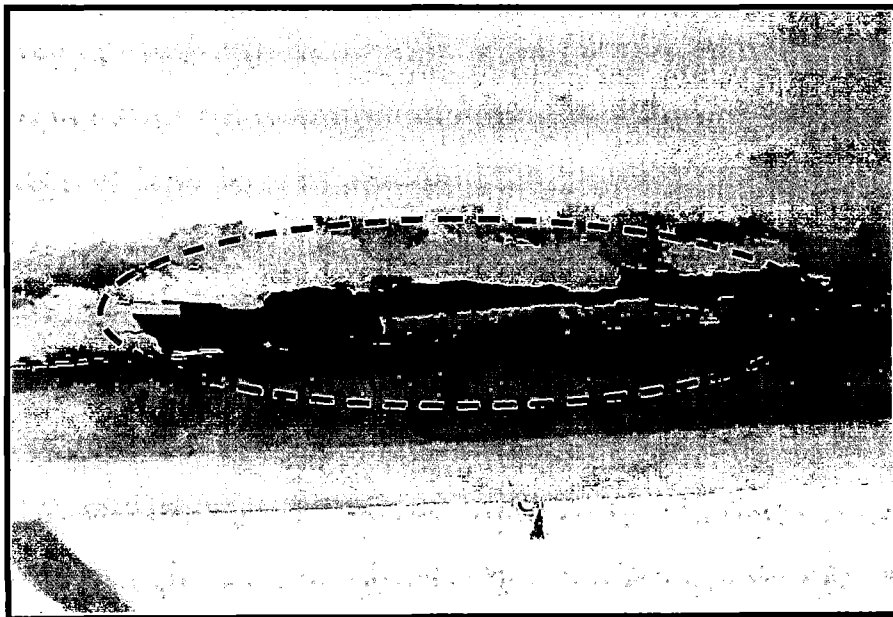


Fotografía N° AV.8: **GUE MARIA PARADO DE BELLIDO:**  
Todos los muros de los SS.HH. en el primer nivel tienen problemas de humedad (Pabellón típico); problema de columna corta.



Fotografía N° AV.9: CEI N° 394-2:

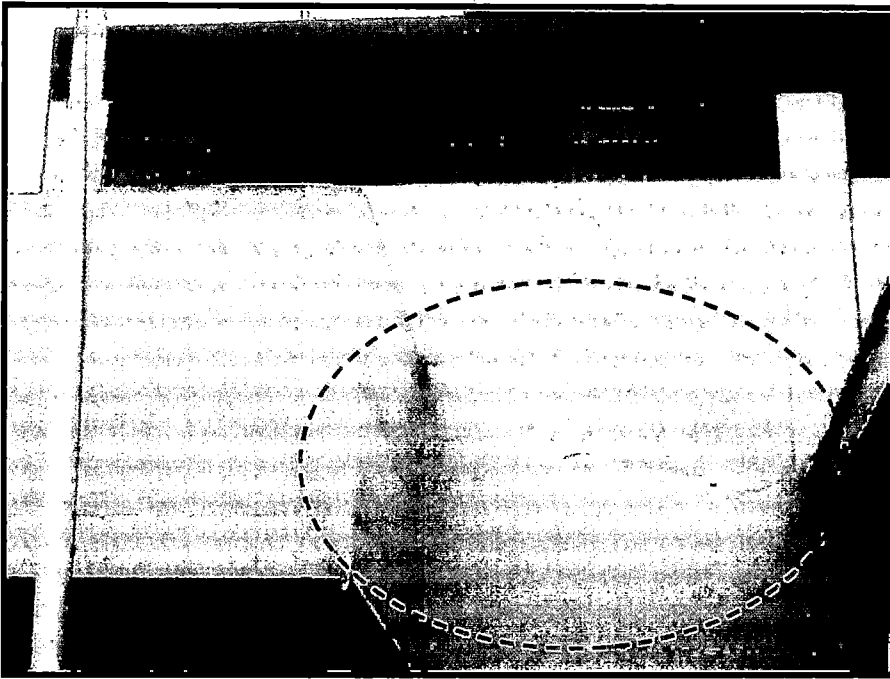
Este techo pertenece a un aula de inicial, el material es pesado y en malas condiciones por problemas de humedad, en cualquier momento pueden colapsar, este CE esta dentro de la GUE Ricardo Bentín.



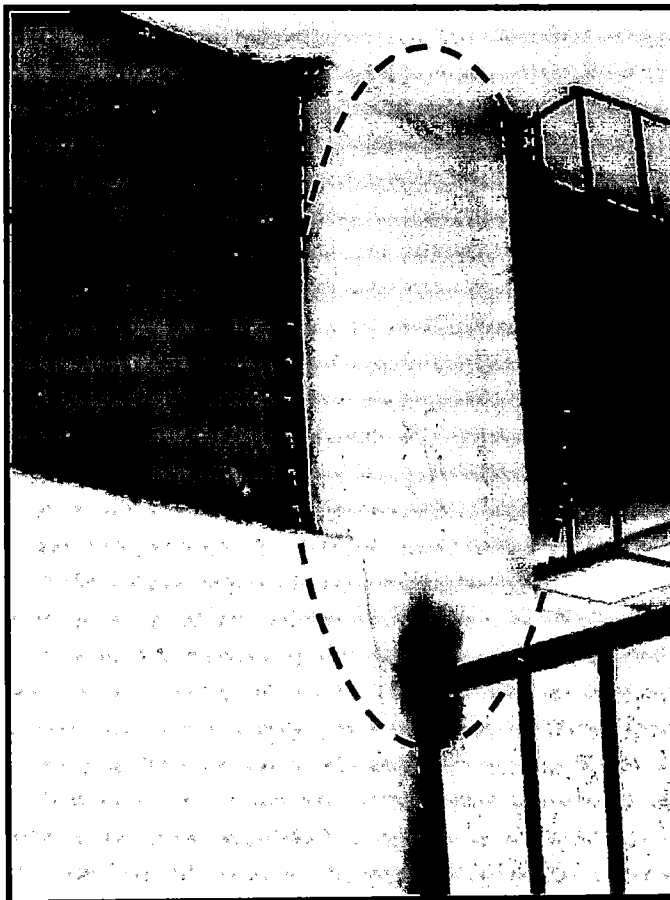
Fotografía N° AV.10: **GUE RICARDO BENTIN:**

Desprendimiento del recubrimiento de la losa de los pasadizos, se puede ver el acero de refuerzo en mal estado.



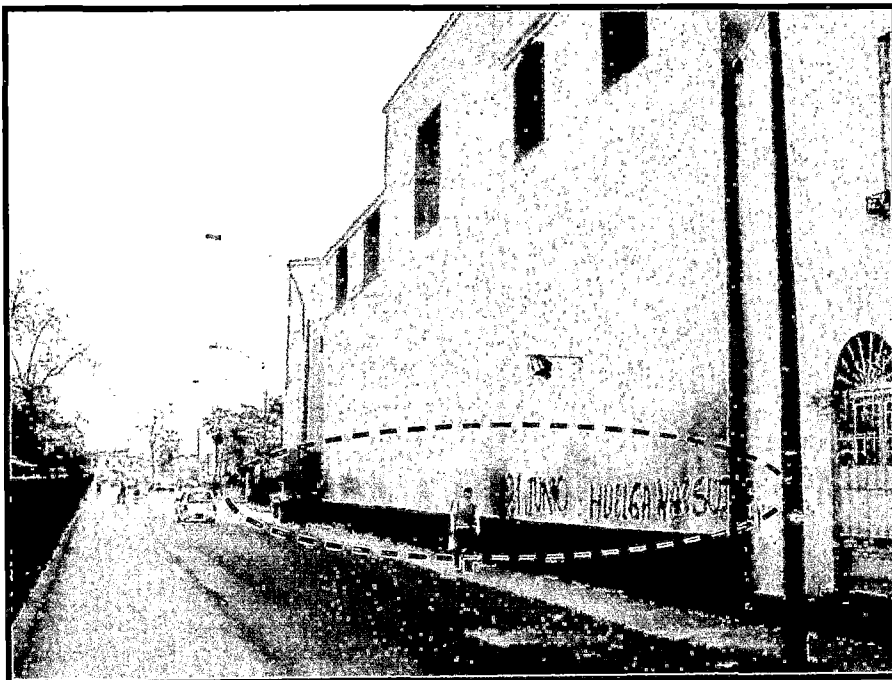


**CE ESPAÑA:** Fotografía N° AV.11 (arriba): Muro que da al patio de recreo presenta gran deterioro, falta de confinamiento vertical y horizontal; Fotografía N° AV.12 (abajo): problema de columna corta en pabellón típico, se ha picado la columna para soldar la reja que separa el lugar donde se encuentra el tanque elevado.





**CE LUCIE RYNNING:** Fotografía N° AV.13 (arriba): Peligro de desplome de los muros de adobe de la iglesia que están junto al pasadizo de ingreso al colegio; Fotografía N° AV.14 (abajo): los muros principales de la iglesia están afectados en toda su base por problemas de humedad.

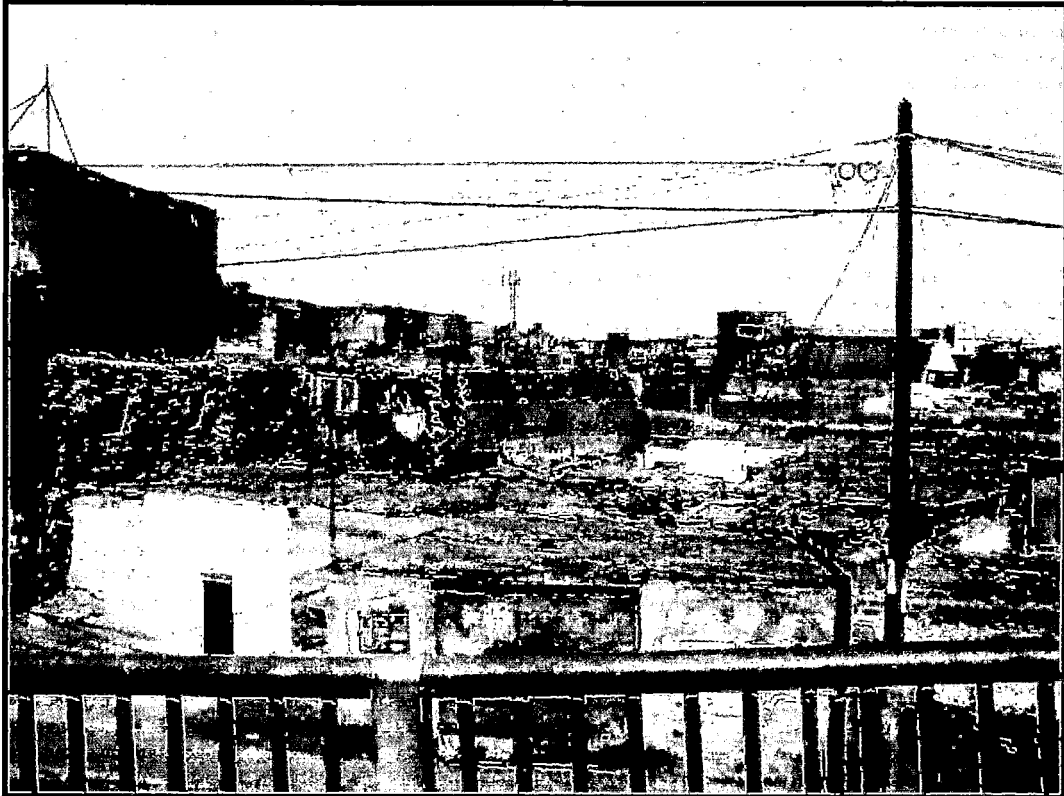




**CEI 391-1 (Flor de Amancaes):** Fotografía N° AV.15: fuera del centro, las personas de los alrededores han hecho éste lugar un depósito de basura y desmonte; cuando vienen los encargados de la municipalidad a realizar la limpieza no tienen el mínimo cuidado y debilitan el terreno donde descansa la cimentación del cerco (ver detalle)



**CEI 392-2 (Cuna Madrid):** Fotografía N° AV.16: Anteriormente estos ambientes pertenecieron a una posta médica, en caso de un sismo no tienen los espacios necesarios para poder evacuar a los niños que ocupan este CE.



**Zona del Rímac:** Fotografía N° AV.17 (arriba): Viviendas vulnerables por su estado de conservación: éstas viviendas están ubicadas a la altura del Puente Santa Rosa (comienzo avenida Prolongación Tacna); Fotografía N° AV.18 (abajo): viviendas ubicadas en el Jr. Trujillo. Su antigüedad data de aproximadamente del siglo XVII.





**Viviendas vulnerables por informalidad en el proceso de construcción; Fotografía N° AV.17 (arriba): Vivienda de 6 niveles con estructuración de albañilería confinada; Fotografía N° AV.18 (abajo): En la construcción de la vivienda se ha empleado ladrillos tipo pandereta para los muros portantes, esto es un problema típico que se da en las viviendas del distrito.**



# ANEXO VI

## Reparación de Fisuras en Concreto



Sto Corp.  
3800 Camp Creek Parkway  
Building 1400, Suite 120  
Atlanta, GA 30331  
Tel: 404 346-3666  
Sin costo: 800 221-2397  
Fax: 404 346-3119  
Web: www.stocorp.com

## Reparación y mantenimiento de EIFS

ER No. 2.01

### Reparación en grietas superficiales en EIFS

*Las grietas superficiales se definen como pequeños defectos en la superficie, tales como desconchados, descascarillados o fisuras, que no traspasan la capa de base de EIFS, y en la cual no se corta la malla de refuerzo EIFS. Si se corta la malla, véase el procedimiento ER 2.02. Tiempo esperado para la ejecución de la reparación: < 1 hora-hombre (no incluye el tiempo de secado entre capas de material).*

#### Herramientas necesarias:

- 1) Llana de acero inoxidable y llana de almohadillado
- 2) Llana plástica
- 3) Herramientas para detalle
- 4) Brocha nueva de cerdas duras

#### Materiales necesarios:

- 1) Cinta de enmascarar
- 2) Sto RFP
- 3) Revestimiento de acabado Sto
- 4) Cubos limpios vacíos

#### Procedimiento:

1. Raspe o cepille cualquier acabado, suelo o material de recubrimiento de base (fig. 1). Limpie si fuese necesario para eliminar la suciedad de la superficie.



Fig. 1.

2. Use una brocha pequeña de cerdas duras para aplicar Sto RFP en la grieta (fig. 2). Use un cepillo húmedo para eliminar el exceso de Sto RFP que caiga sobre la superficie de acabado. Deje que seque.

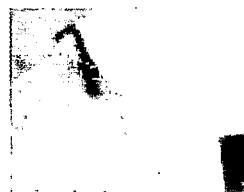


Fig. 2.

3. Llene la grieta con acabado Sto Finish de color y textura combinada (fig. 3). Dependiendo de la textura, una brocha de cerda dura o una llana plástica funciona mejor para esta aplicación. Deje que seque.

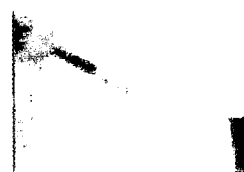


Fig. 3.

## Fisuras en Hormigones:

# Su Caracterización y Reparación

Ricardo Gevert D.  
Gevert & Reinhardt Ltda.  
Dr. -Ing. Luis Ebensperger M.  
Corporación de Desarrollo Tecnológico

Durante la vida útil del hormigón es "normal" la aparición de fisuras, las cuales pueden y deben ser reparadas, de acuerdo al uso que tenga la respectiva estructura. Sobre este tipo de reparación de fisuras trata este artículo. En este contexto, la aparición y posterior reparación de grietas debido a fenómenos de mayor envergadura no son analizadas.

El hormigón

es un noble material, que permite realizar construcciones con una larga vida útil. Un buen diseño de la mezcla junto a la aplicación de tecnologías modernas en su fabricación y posterior colocación permiten contar con obras de diferentes características y de buena calidad. La permanencia en el tiempo de estas obras dependerá fundamentalmente de las condiciones del entorno en que se ubica la obra y de su uso.

En este contexto las fisuras no-estructurales son un tipo de daño de menor cuantía en el hormigón, que pueden llegar a perjudicar la serviciabilidad de una estructura, tanto en el control de infiltración de agua como en la estética. Por ello éstas deben ser correctamente diagnosticadas para decidir el tratamiento más idóneo. El presente documento pretende transmitir información básica acerca de la forma de enfrentar correctamente la reparación de fisuras en hormigones con recubrimientos terminales continuos.



### Causas Internas

Se definen como causas internas aquellos que se relacionan con cambios volumétricos que ocurren dentro del hormigón. La reacción química del cemento con el agua, conocida como hidratación, genera distintas reacciones químicas que pueden llegar a producir daños severos al hormigón por el efecto de aumentos de volumen. Esta misma reacción química genera un fuerte aumento en la temperatura del hormigón, el cual, al comenzar a enfriarse puede producir grietas de consideración. La eventual reacción de álcalis libres con áridos de alto contenido de sílice es iniciadora de una reacción incontrolable que también induce a un aumento interno de tensiones. La pérdida del agua de mezclado produce cambios físicos conocidos como retracción de secado, pudiendo iniciarse desde muy temprana edad.

En este caso se producen fisuras superficiales. Si se generan con el tiempo, las fisuras pueden alcanzar todo el grosor del elemento.

### Ocurrenca de Daños en el Hormigón

Diferentes factores actúan durante la vida útil de cualquier obra de hormigón, afectando de algún modo sus características de durabilidad. Estos condicionantes pueden depender tanto de la acción del entorno o medio ambiente, como de las propiedades intrínsecas del hormigón. El diseño global de la obra, su interrelación con el suelo, diseño de los elementos constructivos y su posterior elaboración con la adecuada selección de los materiales componentes y colocación en obra, juegan también un rol importantísimo.

### Causas Externas

Otras causas actúan externamente sobre la estructura. Las más típicas se refieren a las acciones de las cargas, ya sean estáticas o dinámicas, la acción del fuego, terremotos, temperatura y viento extremo, asentamientos diferenciales, etc. Éstas inciden con tensiones de toda índole sobre el elemento, bastando que se sobrepasen las respectivas resistencias características del hormigón para que ocurra un daño.

Sobre la superficie del hormigón existe, debido al uso, un desgaste mecánico, abrasión e impacto.

Revista **BIT**, Marzo 2003



Y actuando sobre el recubrimiento del hormigón se encuentran una serie de agentes nocivos, como el CO<sub>2</sub> - carbonatación, cloruros - sales desecolantes, aguas con sulfatos, ciclos hielo/deshielo, y otros líquidos y gases agresivos. Este último tipo de causas puede llevar a la oxidación de la armadura, iniciando un nuevo tipo de daño con aparición de grietas y desprendimientos.

Fallos constructivos también fomentan la generación de daños, como el hecho de excesos de vibrado - segregación, mala colocación de mallas - inducción de grietas sobre la superficie, desplazamiento de moldajes y cimbrado y exceso del uso de la llana en laminaciones superficiales.

En resumen, durante la vida útil del hormigón es "normal" la aparición de fisuras, las cuales pueden y deben ser reparadas, de acuerdo al uso que tenga la respectiva estructura. Sobre este tipo de reparación de fisuras trata este artículo. En este contexto, la aparición y posterior reparación de grietas debido a fenómenos de mayor envergadura no son analizadas.

#### ¿CÓMO INICIAR LA REPARACIÓN DE FISURAS?

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo de reparación de fisuras es necesario identificar algunos conceptos básicos:

- Determinar el ancho de la fisura
- Identificar su posible causa y tipo
- Evaluar su grado de actividad (es activa o ya se produjo y no se espera un mayor ensanchamiento de ella)

Con esta información a continuación es posible seleccionar el tipo de reparación adecuada a cada caso.

#### Categoría 1

Fisuras superficiales (0,1 - 0,3 mm de ancho). Se forman sólo en el último milímetro del hormigón o estuco.

Si se trata de fisuras aisladas se pueden rellenar con:

- Revestimiento de poliuretano elástico (ver Parte III: "Revestimientos Formadores de Película"), rellenándolos con un pincel pequeño antes de dar la primera mano de pintura.
  - Sellador de poliuretano, de preferencia dureza Shore-A 40<sup>1</sup> y sistema de PU-MDI<sup>2</sup> o bien, más económico, un sellador acrílico (masilla) con una capacidad de movimiento de mínimo 10% y buena resistencia al intemperismo.
- Recubrimiento a base de mortero cementicio modificado y con una tracción elástica superior a 50%.

#### Reparación:

Si se trata de muchas fisuras (craquelado extenso), es más fácil aplicar:

Sellador de poliuretano líquido y expansivo de los que se utilizan para pisos, en este caso como "primer" o primera capa para el revestimiento fino.

<sup>1</sup> Término técnico internacional para la medición de la dureza es un sellador elástico.  
<sup>2</sup> PU-MDI: selladores de poliuretano (PU) con base química de MDI (isocianato de metileno), que permite producir selladores con mayor estabilidad en sistemas de curado más rápidos, unidos a la investigación y desarrollo de sistemas de poliuretano en Francia, así como a sistemas de producción continua en procesos totalmente cerrados. En muchas aplicaciones en el campo de la construcción ha resultado con gran éxito a selladores de otras familias químicas y de los prop. de sistemas de poliuretano TD (tetrakis(isocianato de metileno) más alcohol).

#### Categoría 2

Fisuras, que se originan en el muro, con 'reventones' bastante visibles (0,2 - 0,3 mm de ancho), en donde se nota perfectamente, que la grieta coincide con la forma del bloque o ladrillo.

Estas fisuras penetran el estuco totalmente hasta dentro de la junta del mortero; por eso coincide la fisura con la forma del bloque o ladrillo. Los "reventones" pequeños (hasta aprox. 0,3 mm) se pueden tapar directamente con un revestimiento de poliuretano elástico (ver bajo categoría 1).

#### Reparación:

Las fisuras más grandes y todas las que poseen movimiento, se ensanchan hasta aprox. 3-5 mm y 5 mm de profundidad (formando una V, pudiendo utilizar para ello un desatornillador), y luego se rellenan con:

Recubrimiento a base de mortero cementicio modificado y con una tracción elástica superior a 50% (ver Parte III: "Morteros Cementicios Modificados").

- Sellador de poliuretano, de preferencia dureza Shore-A 40 y sistema de PU-MDI. Después se incorpora un malla de poliéster tipo 10/10 entre dos manos del revestimiento de poliuretano elástico. Este método también se llama armadura flotante de grietas y fisuras. Se puede aplicar parcialmente o en una fachada completa.

#### Categoría 3

Fisuras en los muros, debido a la técnica de la construcción (0,5 - 10 mm).

Se trata de fisuras, que aparecen en las zonas débiles de una edificación, por ejemplo en los puntos de encuentro entre un muro y el techo, alrededor de ventanas y puertas. Las fisuras parten al muro completamente y a menudo se ciotan los cantos de la grieta horizontalmente y/o se desprenden partes de la fachada. Las causas pueden ser fallas de la construcción, terremotos o asentamientos del terreno. También, este tipo de fisuras se encuentra en las juntas entre elementos prefabricados.

#### Reparación:

Con Sellador de Poliuretano tipo PU-MDI, dureza Shore-A 25 o 40:

- Hasta 5 mm de ancho se puede utilizar solamente el sellador, ensanchando previamente la fisura hasta aprox. 3-5 mm y 5 mm de profundidad (formando una V, pudiendo utilizar para ello un desatornillador).
- Desde 5 mm y hasta 10 mm de ancho, se sugiere pegar una cinta-puente para fisuras y grietas con el sellador y por encima de la fisura, de modo flotante, para después tapar todo con el mismo sellador.

Alternativamente y hasta 10 mm de ancho, puede ser utilizando como mortero de relleno el recubrimiento a base de mortero cementicio modificado y con una tracción elástica superior a 50%.

En la Parte II de este artículo se presentan con detalles los típicos tratamientos superficiales aplicados a la reparación de hormigones con fisuras. (E)



# SIKALISTO® REPAR

MORTERO EXPANSIVO DE REPARACION



## DESCRIPCION

Polvo color gris  
Densidad aparente : 1.4 Kg./dm<sup>3</sup>

Sikalisto® Repar es un mortero a base de cemento de un solo componente, que amasado con agua forma una mezcla de consistencia adecuada para realizar reparaciones en cualquier posición, sobre hormigón o albañilería.



## DATOS TECNICOS

### Resistencias mecánicas:

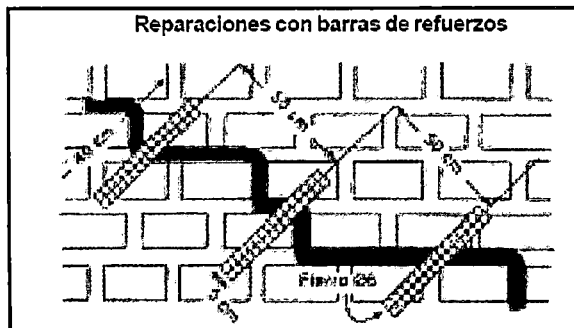
#### Compresión:

24 Horas:	140 Kg/cm <sup>2</sup>
3 días:	200 Kg/cm <sup>2</sup>
7 días:	250 Kg/cm <sup>2</sup>
28 días:	300 Kg/cm <sup>2</sup>

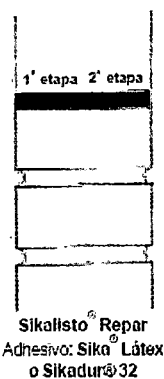
#### Flexotracción:

24 Horas:	38 Kg/cm <sup>2</sup>
3 días:	50 Kg/cm <sup>2</sup>
7 días:	70 Kg/cm <sup>2</sup>
28 días:	80 Kg/cm <sup>2</sup>

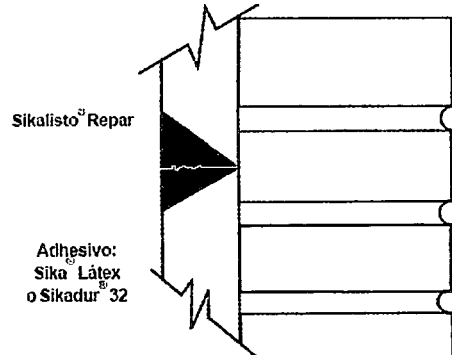
### Reparaciones con barras de refuerzos



### Reparación en grietas de albañilería



### Reparación de grietas en revoques



**PROPIEDADES**

**Sikalisto<sup>®</sup> Repar** es un mortero listo, fácil de mezclar y colocar que presenta las siguientes propiedades:

- Es un producto tixotrópico y autosoportante, puede colocarse ya sea en muros, cielos, pisos, etc.
- Elevadas resistencias mecánicas, tanto a la compresión como a la flexotracción.
- Su expansión controlada evita el problema de fisuración que normalmente se presenta en una reparación.
- Por tratarse de un producto predosificado que sólo requiere que se agregue agua para su colocación, asegura la obtención de las propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

**CAMPOS DE APLICACION**

Reparaciones en general en donde se requiere el uso de un mortero de alta calidad con el cual se obtenga un relleno carente de retracciones como:

- Reconstitución del mortero de pega en una albañilería.
- Relleno de tensores en una vivienda de albañilería armada.
- Reparación de grietas en muros de albañilería, bloques de cemento.
- Reparación de grietas en revoques.
- Anclajes menores.

**MODO DE EMPLEO****Preparación de superficies:**

Dependiendo del daño a reparar, deben eliminarse totalmente las partes sueltas o mal adheridas, teniendo la precaución de obtener una superficie libre de polvo o cualquier material que impida una buena adherencia. Efectuada esta reparación, debe humedecerse la superficie hasta saturar los capilares y poros del material a reparar.

**Preparación del producto:**

En un recipiente impermeable deberá colocarse **Sikalisto<sup>®</sup> Repar** y agregar agua mezclando en forma manual o mecánica hasta obtener una mezcla trabajable y tixotrópica.

Debe considerarse un volumen de 150 cm<sup>3</sup> de agua por cada kilo de **Sikalisto<sup>®</sup> Repar**. En caso de una pérdida de trabajabilidad, no debe agregarse agua, basta tan sólo con remezclar el mortero para recuperar la consistencia inicial.

**Colocación:**

Una vez preparado **Sikalisto<sup>®</sup> Repar**, debe colocarse antes de transcurridos 30 minutos, utilizando espátula o plancha, presionando sobre la superficie a rellenar en forma inicial y posteriormente rellenar hasta lograr el nivel deseado.

Cuando el producto quede expuesto directamente a la intemperie, debe mantenerse húmedo durante 7 días.

Para una mejor adherencia entre **Sikalisto<sup>®</sup> Repar** y el elemento a reparar, puede utilizarse **Sikadur<sup>®</sup> 32** o una lechada cementicia confeccionada con **Sika<sup>®</sup> Látex** o **SikaCem<sup>®</sup> 810**.

**CONSUMO**

Para 1 litro de relleno se requiere 1,8 Kg. de **Sikalisto<sup>®</sup> Repar**.

**PRESENTACION**

- Saco de 5 Kg.

**ALMACENAMIENTO**

Tiempo de almacenamiento según las indicaciones en los envases, siempre y cuando se mantengan los mismos en sitios frescos y bajo techo, conservando el producto en los envases originales bien cerrados.

**PRECAUCIONES DE MANIPULACION**

Durante la manipulación de cualquier tipo de producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias.

Se recomienda protegerse utilizando guantes de goma y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua manteniendo los párpados abiertos. A la vez, se recomienda lavarse las manos antes de ingerir alimentos.

Hoja Técnica no sujeta a control de actualización

Edición N°6, 08/03/02, LC

# Sikagrout® 212

MORTERO PREDOSIFICADO PARA ANCLAJES Y NIVELACION DE MAQUINARIAS Y ESTRUCTURAS

Aspecto : Polvo  
Color : Gris  
Densidad : 1.65 kg/l (seco)

## DESCRIPCION

**Sikagrout® 212** es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros y componentes metálicos.

Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez.

No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla. La expansión residual que se presenta es de aproximadamente 1%.

**Sikagrout® 212** se utiliza en aplicaciones en maquinarias y estructuras de alta exigencia en cuanto a resistencia mecánica y fluidez.

## CAMPOS DE APLICACIÓN

- Fijación y nivelación de maquinaria pesada.
- Relleno bajo columnas de acero.
- Anclaje de pernos.
- Inyecciones de mortero.
- Rellenos y anclajes en puentes y estructuras prefabricadas.

## VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas.
- Alta capacidad de escurrimiento.
- Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas.
- Material predosificado.
- Rápida puesta en servicio.
- No contiene elementos metálicos ni cloruros.

## DATOS TÉCNICOS

Resistencia a la compresión (12% de agua)	24 horas	28 días
	≥ 200 kgf/cm <sup>2</sup>	≥ 550 kgf/cm <sup>2</sup>
Fluidez según Norma ASTM C-230	> 150%	
Mesa Flow	> 25	

## MODO DE EMPLEO

### Condición de la superficie

El concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. El concreto debe saturarse con agua, sin que exista agua superficial en el momento de la aplicación. La condición de saturación es especialmente importante cuando se utiliza una consistencia muy fluida.

Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros.

Para vaciar **Sikagrout® 212** deben confeccionarse moldes alrededor de la placa base. Los moldes deben ser absolutamente estables y no deben absorber agua de la mezcla. Los moldes deben quedar 5 a 10 cm separados de la placa para permitir el vaciado de **Sikagrout® 212**. La altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, debe ser de 3 cm o más, según el ancho de la placa.

### Preparación

**Sikagrout® 212** debe mezclarse con 3.6 litros de agua por bolsa de 30 kg. Agregue inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado, luego agregue **Sikagrout® 212** y

Construcción



Sika Perú S.A., Av. Los Frutales 665, Ate / Lima 3 - Perú  
Tel: (51-1) 437-7055 / Fax: (51-1) 435-9541  
E-mail: construccion@sika.com.pe / Web: www.sika.com.pe

Hoja Técnica no sujeta a control de actualización

Edición N°5, SikagROUT® 212, 212

por último el resto de agua. El mezclado debe prolongarse durante 4 minutos. Utilice mezcladoras mecánicas o taladro de bajas revoluciones para el mortero y el concreto.  
Se puede obtener una consistencia plástica o seca, agregando una cantidad de agua menor a la indicada.

**Colocación**

**SikagROUT® 212** se debe vaciar por un lado de la placa, hasta que escurra hacia el lado opuesto. Para ayudar al vaciado se pueden utilizar cables de acero o vibradores de inmersión.  
La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación.

**Curado**

Una vez finalizada la colocación, el mortero **SikagROUT® 212** debe cubrirse con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

**CONSUMO**

Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg. de **SikagROUT® 212**.

**OBSERVACIONES**

En caso de rellenos bajo placas, en espesores mayores de 5 cm se recomienda mezclar con grava de 10 mm de tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de **SikagROUT® 212** por 10 kg. de grava. Para espesores mayores a 30 cm, puede utilizarse grava de tamaño máximo de 20 mm en proporción de 1 parte en peso de **SikagROUT® 212** por 0.75 partes de grava.

**ALMACENAMIENTO**

Debe ser almacenado en un lugar seco y fresco, en estas condiciones tiene una duración de 6 meses en su envase original cerrado.

**INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD****Precauciones**

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfonos: 437 7055 ó 437 5825 o descargarla a través de Internet en nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**PRESENTACIONES**

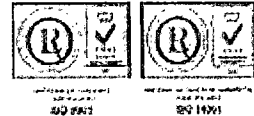
Bolsa de 30 kg.

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N°5  
la misma que deberá ser destruida"**

**Advertencia:**

La información y, en particular, las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando estos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Peru S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la venta de Productos de Sika Peru S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de las Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregan a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)



Sika Peru S.A., Av. Los Frutales 665, Ate / Lima 3 - Perú  
Tel: (51-1) 437-7055 / Fax: (51-1) 435-9541  
E-mail: [construccion@sika.com.pe](mailto:construccion@sika.com.pe) / Web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

# **ANEXO VII**

## **Planos**