

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



*EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES POST SISMO, LINEAMIENTO DE  
RECONSTRUCCIÓN Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA  
DE LA MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE CARAVELÍ*

**TESIS**

**PARA OPTAR ÉL TÍTULO PROFESIONAL**

**DE**

**INGENIERIO CIVIL**

**HENRY MANUEL SERRANO AQUINO**

**LIMA – PERÚ**

**2002**

## INDICE

<b>RESUMEN</b>		01
<b>INTRODUCCION</b>		02
<b>CAP. 1</b>	<b>DESASTRES NATURALES</b>	03
1.1	Generalidades.	03
1.2	Microzonificación.	04
1.2.1	Definición.	04
1.2.2	Objetivo.	05
1.3	Clases de Desastres en el Área de Influencia del Distrito de Caravelí.	05
1.3.1	Sismos.	06
1.3.2	Inundaciones.	06
1.3.3	Deslizamientos.	07
1.3.4	Vientos Fuertes.	09
1.4	Mapas de Peligros y Uso del Suelo, en el Área de Influencia del Distrito de Caravelí.	09
<b>CAP. 2</b>	<b>VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>	10
2.1	Origen del Sismo.	10
2.2	Clasificación de Sismos.	16
2.3	Sismicidad en el Perú.	22
2.4	Respuesta Estructural.	24
2.5	Consideraciones de la Fuerza Sísmica.	25
2.6	Evaluación de un Sismo.	27
2.7	Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones.	27
2.7.1	Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones en el Sur del Perú.	28
<b>CAP. 3</b>	<b>METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS</b>	29
3.1	Daños en Elementos Estructurales.	29
3.1.1	Análisis de la Vulnerabilidad Estructural.	30
a)	Métodos Cualitativos.	31
b)	Métodos Cuantitativos.	31

3.2	Daños en Elementos No Estructurales.	32
3.2.1	Elementos Arquitectónicos.	33
3.2.2	Equipos y Mobiliario.	33
3.2.3	Instalaciones Básicas.	33
3.3	Metodología de Evaluación de Daños en Edificaciones.	33
<b>CAP. 4</b>	<b>EL SISMO DE AREQUIPA JUNIO 2001</b>	<b>46</b>
4.1	Antecedentes.	46
4.2	Características de la Zona en Estudio.	47
4.3	Principales Características Sismotectónicas de la Región Sur del Perú.	47
4.4	El Sismo de Arequipa del 23 de Junio del 2001.	49
4.4.1	Parámetros Hipocentrales.	49
4.4.2	Estimación de la Profundidad del Foco.	52
4.4.3	Características de la Señal Sísmica y del Proceso de Ruptura.	53
4.4.4	Orientación de la Fuerza Sísmica, Esfuerzo Principal y Momento Sísmico.	53
4.4.5	Distribución de Intensidades.	55
4.4.6	Otros Efectos.	56
4.5	Características Estructurales de las Edificaciones de la Zona.	58
4.5.1	Edificaciones de Adobe y Caña.	58
4.5.2	Edificaciones con Bloquetas de Concretos.	59
4.5.3	Edificaciones de Ladrillo y Concreto.	59
4.6	Evaluación de Daños en el Distrito de Caravelí.	60
4.6.1	Evaluación en Campo.	60
4.6.2	Elaboración de Cuadros y Gráficos de Resultados.	65
<b>CAP. 5</b>	<b>LINEAMIENTO DE RECONSTRUCCIÓN</b>	<b>76</b>
5.1	Plan de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales.	76
5.1.1	Esquema Metodológico.	76
5.1.2	Cultura de Prevención.	77
a)	Medidas Normativas e Institucionales.	77
b)	Plan Operativo de Emergencia.	78
c)	Planes de Evacuación.	78
5.1.3	Mejores Alternativas.	79
5.2	Fortalecimiento en el Ámbito de Infraestructura Vial.	79
5.3	Fortalecimiento en el Ámbito de Obras Hidráulicas.	81
5.4	Fortalecimiento en el Ámbito Agrícola.	85
5.5	Fortalecimiento en el Ámbito de Edificaciones.	87

5.5.1	Características del suelo de la zona, importancia.	87
5.5.2	Tipos de Edificaciones Recomendadas.	88
5.6	Otras Líneas Vitales Agua / Electricidad.	92
<b>CAP. 6</b>	<b>ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE CARAVELÍ</b>	<b>94</b>
6.1	Levantamiento Topográfico.	95
6.2	Estudio de Suelos.	99
6.3	Evaluación de Vulnerabilidad.	136
6.4	Memoria de Cálculo.	144
6.4.1	Evaluación de la Estructura antes del Sismo.	145
6.4.2	Reforzamiento de la Estructura.	156
6.5	Especificaciones Técnicas.	170
6.6	Presupuesto de Obra.	238
6.7	Programación de Obra.	295
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>297</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>300</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>304</b>

# RESUMEN

En el Cap. 1 Desastres Naturales; Se detalla los principales Desastres ocurridos en el Distrito de Caravelí, y los problema que han ocasionado y siguen ocasionando estos eventos Naturales. Se presenta también dos planos: Uno de Peligros y otro de Uso del Suelo.

En el Cap. 2 Vulnerabilidad Sísmica; Se basa a conceptos básicos y Características de un Sismo, también las consideraciones que se deben tener ante un Sismo y la Vulnerabilidad de las Edificaciones ante ella.

En el Cap. 3 Metodología de Evaluación de Daños; La cual se divide en Daños Estructurales y No Estructurales. La metodología a emplearse para la evaluación de daños de edificaciones dependerá del grado de exigencia que se solicite, para lo cual se realizará ya sea una evaluación cualitativa y/o cuantitativa.

En el Cap. 4 El Sismo de Arequipa Junio 2001; Se detalla los antecedentes y las características de este Sismo. Trata también de las características estructurales de las viviendas de la zona y de los daños ocasionados a estas, correspondiente al Distrito de Caravelí.

En el Cap. 5 Lineamiento de Reconstrucción; Se plantean medidas de prevención y mitigación de desastres y se proponen soluciones para el fortalecimiento ya sea Vial, Obras Hidráulicas, Agrícola, Edificaciones y Otras líneas vitales.

En el Cap. 6 Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad del Distrito de Caravelí; Se realizó una Evaluación cuantitativa, detallada de la edificación de la Municipalidad, con el fin de verificar y dar solución a los problemas que presente esta edificación, para esto se realizaron un Estudio Básico, una Evaluación de Vulnerabilidad y un Análisis Estructural antes y después del Sismo, para su debido reforzamiento. De acuerdo a los estudio realizados se obtuvo finalmente un Presupuesto de Obra

# INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de Investigación fue realizado para optar el Título Profesional para el cual se ha obtenido información importante acerca del sismo de Arequipa.

El 23 de Junio del 2001 ocurrió un sismo de magnitud  $M_s=7.9$  en la escala de Richter, al Nor – Oeste de la Ciudad de Ocoña en Arequipa, el cual afectó a toda la región Sur del Perú.

Este trabajo está constituido mayormente por información de la ciudad de Caravelí, lugar que también fuera afectado por este sismo.

Caravelí no sólo a sido afectada por sismos, si no por otros desastres naturales, desastres que han sido descritos, considerados y detallados en el Capítulo 1 y en mapas de peligros.

Para el desarrollo de este trabajo se han considerado conceptos básicos relacionados a la vulnerabilidad sísmica y metodología de evaluación de daños para su mejor comprensión.

Para cuantificar los daños se han realizado evaluaciones post - sismo en edificaciones, con la finalidad de proponer medidas que las autoridades puedan tomar para estar preparados ante cualquier otro desastre natural, a su vez se han propuesto alternativas de solución para el fortalecimiento de las principales necesidades de la sociedad, como lineamiento de reconstrucción.

Y por último, se consideró la elaboración del expediente técnico conteniendo información de la evaluación estructural de la Municipalidad de Caravelí, con miras a su reconstrucción.

Caravelí tiene guardado un enorme potencial turístico, que poco a poco se está dando a conocer gracias a instituciones que vienen apoyando como: O.N.G., I.N.C., Banco de Materiales, Defensa Civil. Universidades (UNSA, UNI, otras), otras.

Para este trabajo de investigación se realizó 3 visitas, un total de 25 días en la Ciudad de Caravelí y Arequipa.

# CAP. 1

## DESASTRES NATURALES

### 1.1 **Generalidades**

Al revisar este y los próximos capítulos nos podremos dar cuenta de la alta vulnerabilidad en que se encuentra nuestra sociedad frente a los peligros naturales, principalmente las edificaciones. Reducir la vulnerabilidad en forma sistemática, consiste en conducir con educación a la evolución de la sociedad, contando con los elementos participantes de la misma.

La mayoría de los desastres más destructivos son causados por fenómenos naturales, aunque no son esas fuerzas lo desastroso sino los efectos que producen en la población y en la infraestructura. El que un acontecimiento natural alcance las proporciones de desastres no depende únicamente de la magnitud o de la violencia de la fuerza natural. Intervienen otros factores, y el grado de control que puede ejercerse sobre esos factores ofrece la posibilidad de prevenir los desastres.

Las medidas de la reducción de la vulnerabilidad están íntimamente ligadas a la microzonificación de peligros, en consecuencia las sugerencias para el tipo y técnicas



de construcción se basarán sobre la obtención de los mapas de peligros y uso del suelo.

En el caso del Sismo de Arequipa ocurrido el 23 de Junio del 2001 muchas ciudades, zonas rurales, carreteras, canales de irrigación e instalación de distribución eléctrica se han visto afectadas ante la magnitud de este desastre natural.

Uno de los puntos más vulnerables han sido las edificaciones, antiguas e inapropiadas, sobre todo las de adobe, ya que por su costo es uno de los materiales más usados en el Perú.

Muchas de las medidas preventivas deben tomarse en las esferas de la construcción y de la Planificación Urbana. Deben eliminarse la construcción defectuosa, el descuido, la ignorancia y la ubicación inapropiada. La protección puede lograrse mediante medidas técnicas y métodos especiales de proyección que se están estudiando.

Existe instituciones involucradas en el desarrollo de las ciudades que pueden colaborar para que la reducción de la vulnerabilidad sea real, y estas son: Municipalidad, INDECI, Colegio de Ingenieros del Perú, ONG DESCO, CISMID, INFES, SENCICO, Ministerio de Agricultura, Banco de Materiales, COFOPRI, INC, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Universidad Nacional de Ingeniería, otros.

## 1.2 **Microzonificación**

### 1.2.1 Definición de Microzonificación y su Aplicación:

La Microzonificación, es un método de planificación que consiste en estudiar de manera multidisciplinaria un área de interés tomando en consideración todos los fenómenos naturales que puedan ocurrir en ella, como movimientos sísmicos, lluvias torrenciales, desbordes de río, tsunamis, tormentas de nieve, huracanes, tornados, deshielos, etc. De manera de evitar las posibles consecuencias de estos como son las inundaciones, deslizamientos, avalanchas, fallas del suelo, etc; y minimizar cuantitativamente la pérdida de vidas humanas, así como los perjuicios económicos de las ciudades y sus pobladores.

A nivel mundial se viene desarrollando conferencias que promueven el uso de técnicas de prevención. En lo que respecta a América Latina, se ha realizado varios estudios donde se han aplicado las técnicas de Microzonificación



considerando las características específicas de cada zona desde el punto de vista físico y socioeconómico. [ 6 ].

### 1.2.2 Objetivo.

Los estudios de Microzonificación o Microzonación, tiene por objeto delimitar las zonas con diferentes comportamientos geodinámicos dentro de la ciudad o una región concreta considerando las condiciones locales de los suelos de cimentación. Pretenden por tanto, conocer con detalles ofrecer a una perturbación sísmica para conseguirlo es necesario analizar la sismicidad de la zona y sus características geológicas y topográficas, así como las propiedades geotécnicas y dinámicas de los suelos.

La Microzonificación es por tanto una técnica compleja y multidisciplinaria que exige la colaboración de geofísicos, ingenieros civiles, sismólogos, hidrólogos y geólogos, como resultado, estos trabajos en si mismo o vinculados a la microzonificación general de riesgos naturales, proporcionan un criterio fundamental para la planificación urbana y la ubicación de obras civiles importantes: grandes presas, centrales nucleares, etc. [ 3,6 ].

### 1.3 Clases de Desastres en el Área de Influencia del Distrito de Caraveli.

Los Desastres Naturales se clasifican en dos tipos de proceso:

#### Proceso Dinámico en el Interior de la Tierra:

Son eventos de manifestación espectacular que producen el relieve primigenio del planeta y constituyen manifestaciones de la energía interna de la tierra. Entre estos fenómenos tenemos a los sismos, los maremotos o tsunamis, y la actividad volcánica o fenómenos magmáticos

#### Proceso Dinámico en la Superficie de la Tierra:

Son los fenómenos que actúan en la superficie de la tierra, son esencialmente los destructores del relieve primigenio de la tierra. Entre éstos fenómenos tenemos los generados por procesos dinámicos en la superficie terrestre, como son los deslizamientos de tierra, derrumbes, aludes, aluviones y huaicos. [ 15 ]

Los Principales Desastres Naturales que ocurren en la Ciudad de Caraveli son:

Sismos, Inundaciones, Deslizamientos y Fuertes Vientos.



### 1.3.1 Sismo.

Los sismos son movimientos considerados como leves, moderados, severos y colapsantes de corta duración de la corteza terrestre; al ocurrir generalmente pueden hasta causar la muerte y destrucción de las obras hechas por el hombre.

Se producen como consecuencia de la energía que se libera al ocurrir ciertos fenómenos al interior de la tierra.

La zona del interior donde se origina el sismo se llama hipocentro. El punto de la superficie sobre el hipocentro, se denomina epicentro y es donde se manifiesta primero y con mayor intensidad el sismo.

El sismo se propaga en forma de ondas, llamadas ondas sísmicas. [ 10].

En el capítulo 2 y 4 se tratará de forma más extensa este punto.

### 1.3.2 Inundaciones.

Las inundaciones han ocurrido siempre, desde los albores de la historia de la humanidad. Lo que hace que las inundaciones se conviertan en situaciones de desastres es que el hombre, debido a la comodidad para la vida diaria y los atractivos que ofrecen los cursos o masas de agua, quieren ubicarse muy cerca de ellos y ocupa los planos de inundación. Estos planos son áreas adyacentes que tienen los ríos como reserva para evacuar el exceso de agua o como zonas de expansión cuando ocurren lluvias torrenciales o rápidos deshielos.

Tipos de inundaciones provocadas por los ríos.

Las inundaciones que provocan los ríos pueden ser de dos tipos: flujos rápidos y desbordes de ríos. Los lagos también pueden desbordarse.

- Flujo Rápidos, Súbitos o Huaicos.- son las inundaciones que se producen súbitamente en zonas montañosas, como resultado de lluvias torrenciales cuyas precipitaciones sobrepasan la capacidad de las cuencas relativamente pequeñas por donde discurre normalmente el agua en su curso de evacuación.

Sin embargo, en las partes altas de las cuencas de dichos ríos, con lluvias mejor distribuidas a lo largo del año, se sustenta una vegetación, aunque pobre, capaz de proteger al suelo de la erosión y emitir el agua que absorbe de manera gradual.



- Desbordes de Ríos y Lagos.- Son fenómenos que ocurren con un lento desarrollo, de por lo menos 12 horas. Puede tomar días o hasta semanas si se trata de ríos y lagos que colectan agua de cuencas muy extensas, o que se producen por deshielo de montañas debido al incremento gradual de la temperatura.

Pero, en todo caso, el nivel de agua sobrepasa los límites normales provocando inundaciones. Muchas veces cubren áreas muy extensas. [ 10 ].

En la Ciudad de Caravelí se da el segundo caso, se trata del desborde del Río La Yesera, en épocas de lluvias, este se desborda a la altura de la entrada a Caravelí donde existe un badén de tierra el cual no es suficiente para poder encausar el río, este se abre paso en dirección Nor – Este, por la calle principal que es la de 2 de Mayo, a su vez este se empieza a bifurcarse entre las calles paralelas a ella, hasta llegar a la altura de la calle Ramón Castilla, en donde ya no existe desnivel o pendiente para que continúe su camino las aguas del río; afectando no sólo viviendas sino varias hectáreas de cultivo.

También el Río Caravelí corre riesgo de desborde en épocas de grandes avenidas, cuyas aguas provienen del departamento de Ayacucho, y esto ocurre con un periodo de cada 30 años. Se encuentra ubicado al Nor – Este de la Ciudad; y tiene una dirección que va del Nor – Oeste al Sur – Este.

#### Evaluación del Peligro de Inundación.

La evaluación del peligro de inundación debido a un río tiene que ver, en la mayoría de los casos, con los picos de las descargas, el nivel que alcanzan y la frecuencia con que ocurren para una determinada zona del río. Esta es una labor especializada que realizan los ingenieros hidrólogos - hidráulicos y no entraremos en mayores detalles.

El mapeo de las zonas inundadas, después que ocurre este fenómeno, es una información muy valiosa y de gran utilidad tanto para proteger a la población como para los planos de uso del suelo. Ver plano PP-01

#### 1.3.3 Deslizamiento.

Los suelos que se hallan en los terrenos en pendientes se mantienen estables porque su resistencia al corte o deslizamiento es mayor que las fuerzas que actúan sobre ellas por efecto de la gravedad.

### Efecto de los Sismos y las Aguas

Pero los sismos y las aguas tienen doble efecto negativo.

En primer lugar, tanto las vibraciones sísmicas como el agua, al humedecer o saturar los suelos, disminuyen su resistencia al deslizamiento. En segundo lugar, el componente de la vibración sísmica en la dirección de la pendiente y el componente vertical hacen que la fuerza actuante se incremente, igualmente. El suelo húmedo pesa más que el seco. En uno u otro caso, cuando la fuerza actuante supera a la resistencia del suelo, la masa por encima del plano de falla comienza a desplazarse cuesta abajo y se produce el deslizamiento.

### Clasificación de los Deslizamientos.

Para fines de prevención y mitigación de desastres, los deslizamientos pueden clasificarse en: avalanchas y deslizamientos, flujos y desplazamientos laterales, y caída de rocas o galgadas.

#### **Avalanchas y Deslizamientos**

Son movimientos rápidos de masas de suelo depositadas en terrenos con pendientes altas, que se deslizan cuesta abajo por efecto secundario de terremotos o cuando se saturan de agua.

#### **Flujos y Desplazamientos Laterales.**

Los suelos de masas saturadas de agua son muy susceptibles a las vibraciones sísmicas, produciendo lo que se llama movilidad del suelo, en su primera fase, y licuación del suelo, si las vibraciones son violentas. Al comportarse el suelo como un líquido, ocurren desplazamientos laterales, aun en terrenos con poca pendiente.

Estos tipos de fenómenos son frecuentes en la orilla del mar y en la de los ríos, produciendo daños en las aproximaciones a puentes, muelles, y en sus apoyos.

#### **Caída de Rocas o Galgadas.**

Se refiere a la caída de piedra o trozos de rocas en los terrenos con mucha pendiente, casi verticales; o a las rodaduras cuesta debajo de piedras semirredondas como consecuencia de las vibraciones sísmicas. [ 10 ].

El tercer caso es el que se presenta en la carretera Atico – Caravelí, en donde ha habido desprendimiento de piedras, llegando a obstaculizar el camino,



este producido por el terremoto último. Esto se dio a la altura del km-25+000 al km-26+000 y en el km-48+000 al km50+000, dirección a Caravelí.

#### 1.3.4 Vientos Fuertes

Corrientes fuertes de aire envolventes o arremolinados, que se originan por depresiones tropicales (sistemas de baja presión atmosférica) o por perturbaciones atmosféricas (aires fríos) que avanzan desde el Antártico. Fenómeno que integra en su dinámica nubes cúmulos nimbos, lluvias, etc. y al hacer impacto, causa innumerables daños. [ 15 ].

En la Ciudad de Caravelí se han presentado en raras oportunidades vientos fuertes que han desprendido las coberturas y han ocasionado otros destrozos en algunas viviendas, pero todo sin tener víctimas.

#### 1.4 Mapas de Peligros y Uso de Suelo en el Área de Influencia del Distrito de Caravelí.

(Ver Anexo Planos PP – 01 y PE – 01)

# CAP. 2

## VULNERABILIDAD SISMICA

### 2.1 Origen del Sismo

Muchos son los fenómenos que pueden originar sismos tales como actividades volcánicas, explosiones, colapso de techos de cavernas subterráneas y muchos otros, pero de todos ellos el más importante desde el punto de vista de la Ingeniería Sísmica es el de origen tectónico, es decir aquellos asociados con grandes deformaciones en la corteza terrestre. Se le dá principal importancia a los sismos de este origen debido a la frecuencia de ocurrencia, a la energía que ellos liberan, y la extensión de áreas que afectan.

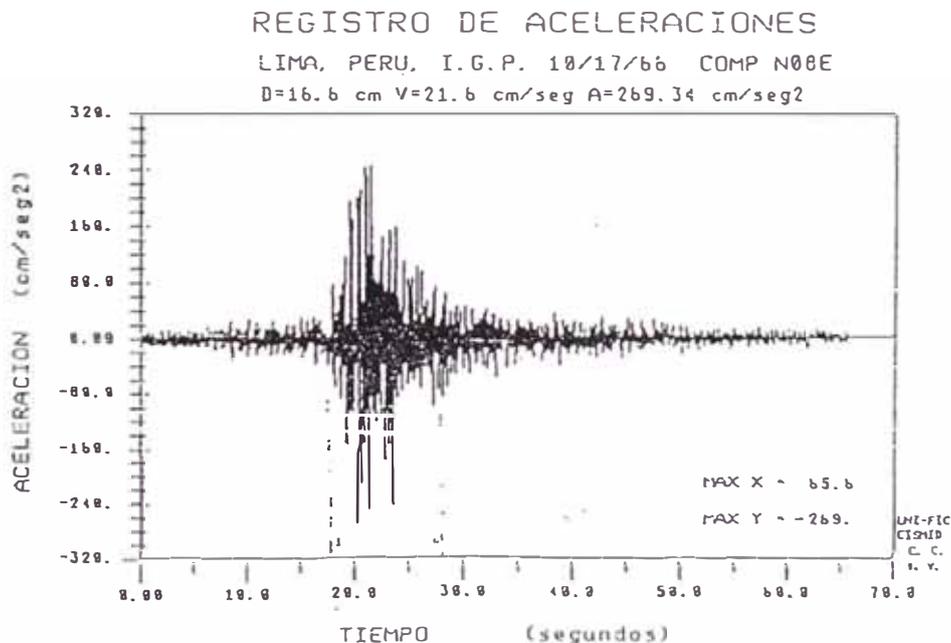
La teoría más aceptada sostiene que los sismos tectónicos son causados por el deslizamiento de las fallas geológicas. En los grandes terremotos una reacción en cadena puede tomar lugar a lo largo del deslizamiento, pero en algún instante el origen del sismo podría desplazarse a lo largo de la falla. Sin embargo, algunos sismólogos sostienen que los sismos se originan en la fase de cambio de rocas, acompañado por un cambio de volumen en pequeñas porciones de la corteza terrestre. Hay inclusive datos para sostener ambas teorías y es concebible que los diferentes sismos tectónicos son causados por medio de estos mecanismos.

Aquellos que están a favor de la teoría del cambio de fase argumentan que existen pocas probabilidades de que existan fallas geológicas debajo de profundidades a unos cientos de kilómetros, debido a las altas temperaturas y presiones de confinamiento, y los datos interpretados revelan que los sismos tienen origen en profundidades entre 600 y 800 km.

Por otro lado existen datos exactos y análisis de recientes registros de sismos que señalan invariablemente al deslizamiento en la falla como el mecanismo causante.

La pregunta de los mecanismos generadores no es puramente académica. Características de fuertes movimientos cerca al foco son sensitivos al mecanismo generador. Entonces, asumiendo que el deslizamiento de la falla causa el sismo y adoptando cierta hipótesis acerca de las propiedades mecánicas de las rocas. Housner (1965) ha concluido que la máxima posible aceleración del suelo es 0.5 g, donde g es la aceleración de la gravedad.

El límite superior de la aceleración del suelo no ha sido establecido bajo la suposición de que los movimientos sísmicos son originados por los cambios de fase de las rocas. La forma más simple de referirse cuantitativamente a un sismo consiste en relacionar a éste con un número, con la intensidad o con la destrucción local, en alguna escala convencional. Una información adecuada se puede obtener con acelerogramas fig. 2.1 o con las componentes tiempo – historia de las traslaciones ortogonales de los sismos en un punto. [1].



Fuente I.G.P.

Fig. 2.1

### Medidas de un Sismo

Los terremotos pueden ser medidos en función de la cantidad de energía liberada (Magnitud) y/o mediante el grado de destrucción que ellos causan en el área afectada (Intensidad).

La Magnitud y la Intensidad son dos medidas diferentes de un terremoto, aunque suelen ser confundidas por el público. Parte de esta confusión, probablemente se debe a la similitud en las escalas usadas para expresar estos parámetros.

### Magnitud

El concepto de magnitud fue introducido en 1935 por Charles Francis Richter, sismólogo del Instituto de Tecnología de California, para medir los terremotos locales y así poder estimar la energía por ellos liberada a fin de ser comparados con otros terremotos. Posteriormente, el uso de esta escala se extendió y fue aplicándose a los diferentes terremotos que ocurrían en el mundo. La magnitud está asociada a una función logarítmica calculada a partir de la amplitud de la señal registrada por el sismógrafo (ML, Ms, mb) o a partir de su duración (MD) sobre el sismograma.

El valor de la magnitud de referencia es denominado magnitud cero y corresponde a la amplitud máxima de la traza de un terremoto registrado en el tambor de un sismógrafo de torsión horizontal de tipo Wood Anderson (WA), con un periodo de oscilación de 0.8 segundos y amplificación de 2800, localizado a una distancia de 100 km. Esta amplitud máxima es equivalente a una micra y corresponde a un terremoto de magnitud 3.

El cálculo de la magnitud de un terremoto debe ser corregida dependiendo del tipo de sismógrafo utilizado, distancia epicentral, profundidad del foco y además del tipo de suelo donde está ubicada la estación de registro. Esta escala por su naturaleza, permite obtener medidas negativas del tamaño de un terremoto y en principio no tiene límites para medir magnitudes grandes. En realidad, su valor mínimo dependerá de la sensibilidad del sismógrafo y su valor máximo de la longitud máxima de la falla susceptible a romperse de un solo golpe.

Existen diferentes escalas de magnitud que dependen del tipo de onda sísmica que se utiliza para medir el tamaño del terremoto, siendo las más importantes las siguientes:

**Magnitud Local (ML)** .- La definición de ML es realizada en función del registro de un terremoto en un sismógrafo del tipo WA.

$$ML = \text{Log } A (\Delta) - \text{Log } A_0(\Delta) \quad (2.1)$$

donde A y  $A_0$  representan a las amplitudes máximas de un terremoto registrado a una distancia para el terremoto de magnitud ML y magnitud cero. Para una estación diferente a WA y para una región en particular, se debe realizar la corrección en distancia contenida en el término  $A_0$  antes de establecer una correspondencia entre el sismógrafo utilizado y el WA.

**Magnitud de Ondas Superficiales ( $M_s$ ).**- Magnitud válida para terremotos con foco superficial en donde la amplitud máxima debe ser medida en el modo fundamental de la onda Rayleigh con periodo (T) entre 18 – 22 segundos. Las correcciones deben considerar la distancia epicentral y la profundidad del foco del terremoto.

La relación utilizada frecuentemente es:

$$M_s = \text{Log} (A/T) + 1.661 \text{Log} \Delta + 3.3 \quad (2.2)$$

donde A es la amplitud del desplazamiento del suelo en micras y la distancia epicentral en grados. La fórmula anterior es válida para distancias comprendidas entre  $20^\circ < \Delta < 90^\circ$  y para terremotos con focos localizados a profundidades menores a 70 km.

**Magnitud de Ondas de Volumen ( $M_b$ ).**- Magnitud calculada a partir de la relación (A/T) de la componente vertical para una onda P. Esta magnitud es válida para terremotos ocurridos a diferentes profundidades y a distancias comprendidas entre  $5^\circ$  y  $90^\circ$ . La relación que permite calcular  $m_b$  es conocida como la fórmula de Gutenberg,

$$M_b = \text{Log} (A/T) + Q (\Delta, h) \quad (2.3)$$

donde A es la amplitud de la señal sísmica medida sobre la componente vertical de un registro de periodo corto (micras), T el periodo (s) y Q expresada en función de la distancia epicentral ( $\Delta$ ) y la profundidad del foco (h) según las tablas de Gutenberg y Richter (1956).

**Magnitud de Duración (MD).**- Magnitud válida para sismos de magnitud menor a 5 ocurridos a distancias menores a 200 km. Esta magnitud se basa en medir la duración de la señal del registro del terremoto (t) después del arribo de la onda P hasta cuando la amplitud de la señal se confunde con el ruido de fondo. Esta magnitud es definida con la siguiente relación:

$$MD = a + b \text{Log} t + c \text{Log} t^2 + d\Delta \quad (2.4)$$

donde, t es la duración del registro del terremoto en segundos  $\Delta$ , la distancia epicentral en km; a, b y c son constantes determinadas para cada estación.

### Geometría de Falla y Momento Sísmico

La orientación de la falla, la dirección del movimiento y el tamaño del terremoto puede ser descrito por la geometría de la falla y el momento sísmico. Estos parámetros pueden ser determinados a partir del análisis de las formas de onda de un terremoto. Las diferentes formas y direcciones del movimiento de las ondas registradas a diferentes distancias y azimutes desde el foco del terremoto, son usadas para determinar la geometría de la falla y la amplitud de la onda para conocer el momento sísmico. El momento sísmico puede ser relacionado con los parámetros de la falla mediante la relación de Aki (1966),

$$M_0 = \mu \cdot S \cdot D \quad (2.5)$$

donde  $\mu$  es el módulo de rigidez,  $S$  el área de la falla y  $D$  el desplazamiento medio sobre el plano de falla.

El momento sísmico es una medida más consistente del tamaño de un terremoto y hoy en día es el parámetro más importante. Este factor a dado lugar a la definición de una nueva escala basada en el momento sísmico (Kanamori, 1977), denominada magnitud energía.

$$M_w = (2/3) \text{Log} (M_0) - 6.0 \quad (2.6)$$

donde  $M_0$  es expresado en Nm.[ 16 ]

### La Energía

La Energía total liberada por un terremoto es difícil de calcular con precisión, debido a que ella es la suma de la energía disipada en forma térmica por la deformación en la zona de ruptura y la energía emitida como ondas sísmicas, la única que puede ser estimada a partir de los sismogramas. Se ha mencionado que la magnitud esta relacionada con la energía disipada en forma de ondas; por lo tanto, Gutenberg y Richther (1956) establecieron las siguientes relaciones:

$$\text{Log} E = 5.8 + 2.4 m_b \quad (2.7)$$

$$\text{Log} E = 11.8 + 1.5 M_s \quad (2.8)$$

Considerando estas relaciones, un terremoto de magnitud igual a 8 libera energía equivalente a  $10^{24}$  ergios. Como ejemplo, la energía liberada por una explosión nuclear de 10 kilotones es de  $10^{19}$  erg y equivale a un terremoto de magnitud igual a 5.5. [ 16 ]

### La Intensidad

La intensidad no permite medir el movimiento del suelo, pero si los efectos que ellos producen en la superficie en donde causan daños al hombre y a las construcciones.

Inicialmente, los esfuerzos para determinar el tamaño de un terremoto estuvo basado necesariamente en las observaciones de los efectos del terremoto. La primera escala de intensidad fue elaborada en 1883 por M. de Rossi y F. Forel y reagrupa los efectos del terremoto en 10 grados de intensidad. En 1902, G. Mercalli introduce una nueva escala con 10 grados de intensidad, siendo posteriormente incrementada a 12 por A. Cancani. En 1923 Sieberg publica una escala más detallada, pero basada en el trabajo de Mercalli-Cancani. En 1931, O. Wood y F. Newmann proponen una nueva escala, modificando y condensando la escala de Mercalli-Cancani-Sieberg, surgiendo así la escala Mercalli Modificada (MM). Esta escala de 12 grados expresada en números romanos y fue ampliamente utilizada en el mundo. Sin embargo, actualmente se utiliza la escala **MSK-1964** elaborada por tres sismólogos europeos: Medvedev, Sponhever y Karnik. Esta escala consta de 12 grados denotados de I a XII, la misma que ha sido adaptada para su aplicación en terremotos de Perú por Ocola (1979).

Las áreas de igual intensidad son representadas sobre un mapa mediante líneas denominadas Isosistas. El centro de la línea de mayor intensidad es llamado epicentro Macrosísmico y puede ser diferente al epicentro real llamado Microsísmico. A fin de no confundir magnitud e intensidad, dos terremotos de igual magnitud pueden generar en superficie intensidades máximas muy diferentes.

La intensidad es un parámetro muy importante para el estudio de terremotos históricos, es decir terremotos ocurridos en épocas cuando no habían sismógrafos (el primer sismógrafo data de 1880, John Milne). Los diferentes tipos de archivos de la época aportan información muy valiosa sobre los efectos de los terremotos históricos y después de un análisis crítico es posible estimar las intensidades en las regiones comprometidas por el terremoto, proporcionando de esta manera una herramienta útil para medir el tamaño de los terremotos históricos. Ver fig. 2.3 [ 16 ]

**REGIÓN LOCAL: ZONA AFECTADA POR EL MOVIMIENTO SÍSMICO**

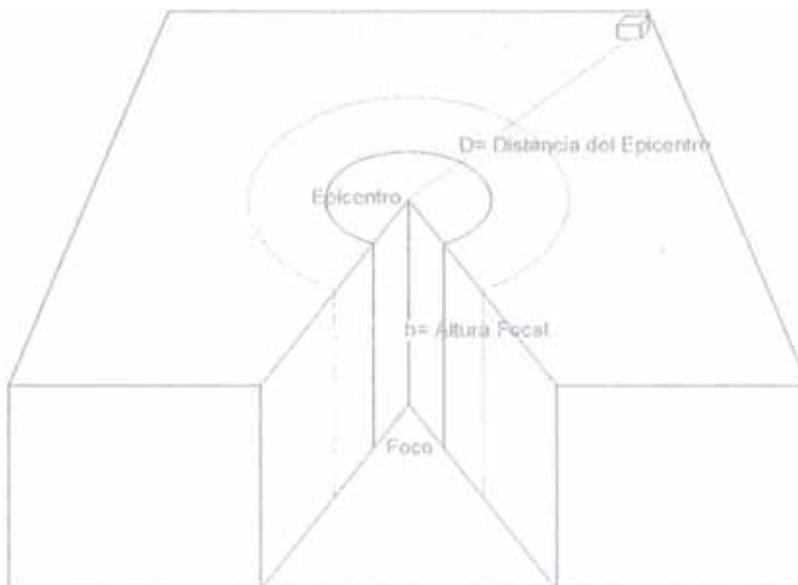


Fig. 2.2

Foco o hipocentro: Punto donde se origina el movimiento Sísmico.

Epicentro: Proyección del foco sobre la superficie de la tierra.

Profundidad local: Distancia del foco al epicentro. Los sismos se califican como superficiales (distancia focal menor que 70 km), intermedio o profundo (distancia focal entre 300 km y 700 km).

**2.2 Clasificación de Sismos**

Para fines de la Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente del Perú:

Se aplicará la siguiente clasificación de los sismos:

- |    |                      |  |
|----|----------------------|--|
| 1. | Sismos leves         | Sismos con intensidades de grado igual o menores a 6 MSK o MM. |
| 2. | Sismos moderados     | Sismos con intensidades de grados 7 y 8 MSK o MM.              |
| 3. | Sismos severos       | Sismos con intensidad de grado 9 MSK o MM.                     |
| 4. | Sismos catastróficos | Sismos con intensidades de grado 10 o más MSK o MM.            |

MM : Escala de Mercalli Modificada.

MSK : Escala de Medvedev – Sponheuer – Karnik .

[ 26 ].



### Síntesis de la Escala de Mercalli Modificada (MM).

Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente del Perú de 1997.

A continuación se describirá en forma breve cada grado de intensidad sísmica, para tener conocimiento de la magnitud de los daños causados por un sismo.

	INTENSIDAD	DESCRIPCION
I.	No perceptible	No sentido en general, excepto por muy pocos en circunstancias especialmente favorables.
II.	Escasamente perceptible	Sentido por pocas personas en reposo especialmente sentido en pisos altos de edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sismo ligero	Sentido muy perceptiblemente en el interiores de las construcción especialmente en los pisos superiores de los edificios, pero mucha gente no reconoce la perturbación como movimiento sísmico, vehículos motorizados estacionados pueden mecerse ligeramente, vibración como el paso de un camión.
IV.	Sacudimiento perceptible	Durante el día, sentido por en interiores por muchos, en exteriores sentido por pocos. En la noche algunos se despiertan. Platos, ventanas y puertas se sacuden, las paredes crujen. Sensación como un camión pesado golpeará el edificio. Vehículos detenidos se mecen notablemente. Líquidos en vasijas abiertas se agitan.
V.	Sacudimiento severo	Sentido por caso todos. Muchos se despiertan, algunos platos, ventanas, etc. se rompen (por la vibración). En algunos casos el revestimiento se agrieta. Objetos inestables se voltean. Se advierten algunas veces perturbaciones de postes, árboles y otros objetos altos. Se asustan pocos, algunos o varios. Pocos salen fueran de las construcciones. Arboles y arbustos se sacuden ligeramente.
VI.	Daños ligeros a construcciones	Sentidos por todos. Algunos muebles pesados se mueven. En algunos casos cae revestimiento. Daño ligero. Muchos se asustan. Muchos salen de las

		construcciones. Objetos son arrojados de repisas o lugares de reposo. Árboles y arbustos se sacuden moderadamente. Se despiertan todos.
VII.	Daños a las construcciones	Todos se asustan. Todo el mundo corre fuera de las construcciones. Daño insignificante de edificios de buen diseño y construcción. Daño ligero amoderado en estructuras ordinarias bien constituidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas. Advertido por personas manejando vehículos motorizados. Árboles y arbustos se sacuden fuertemente. En muchos casos muebles pesados se voltean. El agua se vuelve turbia y lodosa. Caída comisa, parapetos, losetas, tejas y piedras.
VIII.	Fuerte daños a construcciones	Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas. Daños considerables en edificaciones resistentes ordinarias con colapso parcial. Gran daño en estructuras pobremente constituidas. Muros de panel forzado fuera de marco estructural. Caídas de columnas, monumentos, muro, etc. Muebles pesados se voltean. Eyección de arena y lodos en pequeñas cantidades. Cambios: temporal, permanente en flujos de manantial y pozas. Cambios en la temperatura del agua. Personas manejando se desconciertan. Árboles se sacuden; ramas y troncos se rompen. Terrenos húmedos se agrietan en cierta extensión
IX.	Destrucción parcial de construcciones	Daños considerables en estructuras diseñadas especialmente. Pandeo de marcos estructurales bien diseñados. Gran daño en construcción resistente con colapso parcial. Edificios desplazados de sus cimientos. El suelo se agrieta conspicuamente. Se rompe tuberías en subsuelos. Se reporta varios deslizamientos.
X.	Destrucción total de construcciones	Algunas estructuras de maderas bien construidas se destruyen. La mayoría de las estructuras de mampostería / albañilería y pórticos destruidos, incluyendo sus cimientos. Terrenos severamente

- agrietados. Rieles se doblan. Considerables deslizamientos de la ribera de los ríos y pendientes inclinadas. Arena y lodo desplazado / trasladado. Daño severos a presas, diques y terraplenes. Tuberías subterráneas rotas, trituradas, aplastadas, combadas.
- XI. Catástrofe Pocas, si alguna estructuras (mampostería o albañilería) permanecen en pie. Puentes destruidos. Amplias fisuras en el terreno. Las tuberías subterráneas completamente fuera de servicios. Deslizamientos rotaciones y deslizamientos de tierra en terrenos blandos. Rieles de doblan o arquean grandemente. Gran daño a presas, diques y terraplenes. Causa maremotos significativos.
- XII. Cambio en relieve Daño total. Se ven ondas en la superficie del terreno. Líneas de vista y nivel distorsionada. Objetos lanzados hacia arriba: al aire.

[26]

### Zonificación Sísmica

La zonas Sísmicas en que se divide el territorio Peruano, para fines de la Norma Técnica de Edificaciones E.030 es de la siguiente manera. Ver fig. 2.4

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS EN EL PERÚ

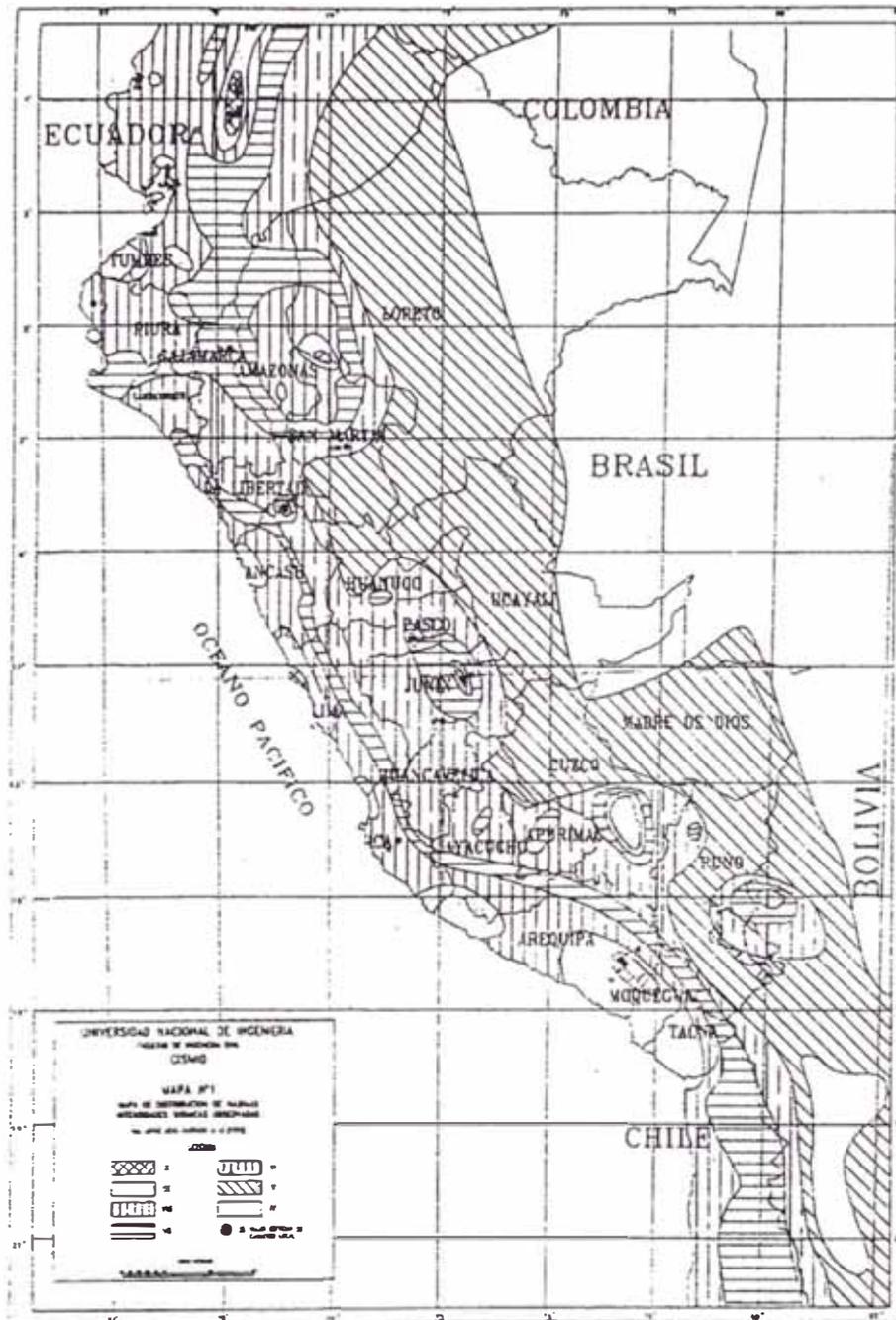
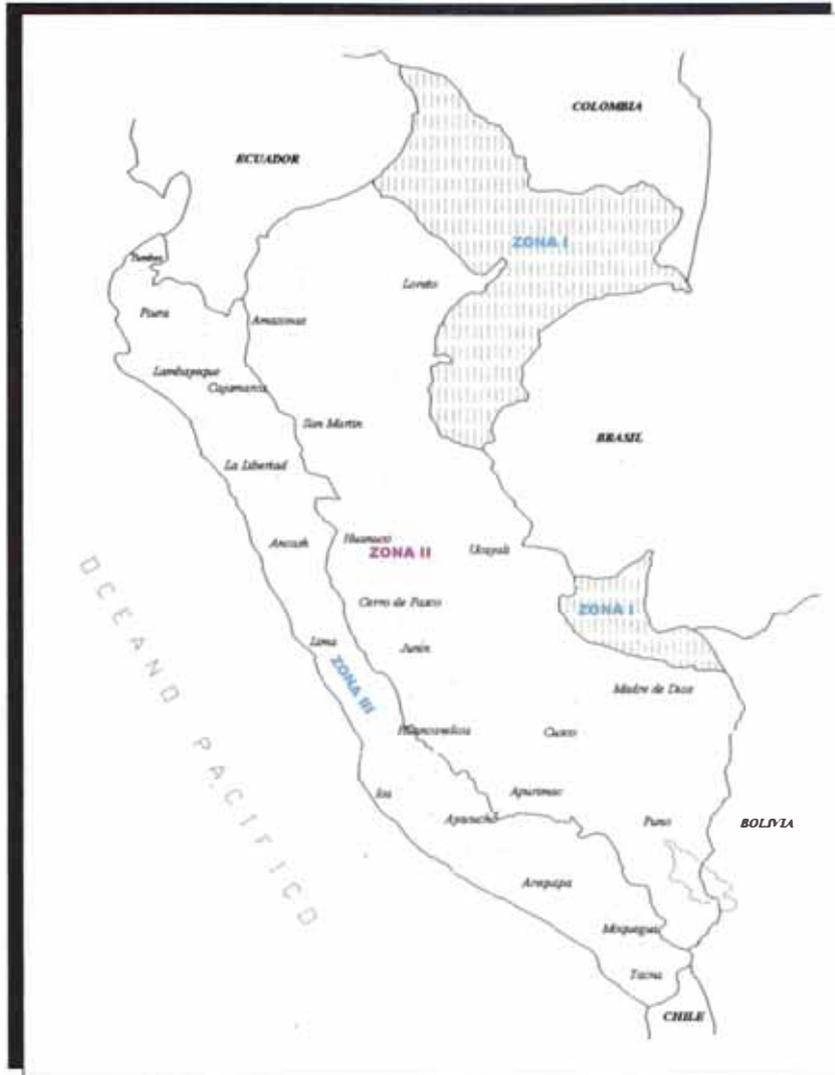


Fig. 2.3

**MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA**



**ZONAS SISMICAS**

TABLA FACTORES DE ZONA	
ZONA	FACTOR DE ZONA - Z (g)
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Fig. 2.4

### **2.3 Sismicidad en el Perú**

La sismicidad es una de las manifestaciones de la dinámica del interior del globo terrestre, y refleja el grado de ser sísmico o el grado de actividad de las diferentes regiones del mundo, hasta profundidades de 700 km. La distribución espacial de la actividad sísmica no es uniforme, pero sigue patrones bien definidos. Está principalmente concentrada en el borde de los grandes bloques tectónicos, denominados o placas tectónicas. Su estudio es muy importante para la evaluación del peligro sísmico potencial. El patrón de sismicidad en Perú y áreas vecinas es relativamente simple. Es el resultado de la interacción de la placas tectónicas Sudamericana y de Nazca, y de los reajustes que se producen en la corteza terrestre como consecuencia de esta interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino.

La actividad sísmica en el borde occidental de Sudamérica está asociado con tres procesos principales, que se mencionan brevemente a continuación:

1. Proceso de subducción de la Placa Nazca por debajo de la Placa Sudamericana.
2. Proceso de empuje comprensión del escudo Guayano – Brasileiro, y
3. Proceso de reajuste tectónico del Sistema Andino.

El proceso de subducción de la Placa Nazca es parte de los movimientos de convección en el interior del planeta. Una de las manifestaciones de este proceso es la ocurrencia de sismos. En la parte que abarca el territorio peruano y áreas vecinas, el proceso de subducción no es uniforme; y se traduce en un modo de actividad y distribución espacial de la actividad sísmica característicos. Espacialmente la sismicidad de la zona de subducción muestra un patrón segmentado a lo largo del borde de colisión. Esta colisión se inicia en la fosa marina de Perú – Chile y se extiende a profundidades intermedias hasta los 350 km, en el sur del Perú. En Perú y áreas vecinas, segmentos mayores son.

- i) zona de norte Chile – sur de Perú,
- ii) zona de Perú central – sur de Ecuador.

La zona de Norte de Chile – sur de Perú está comprendida entre Taltal (Chile), latitud 27°S, y la Contorsión del N de Arequipa, alrededor de los 15° S de latitud. En esta zona la actividad sísmica es continua desde la superficie, fosa marina, hasta los 350 km de profundidad. No hay actividad sísmica detectable entre esta profundidad y los 450 km,

aproximadamente. La zona de Wadau – Benioff alcanza los 650 km por debajo del territorio Boliviano.

En esta zona se dan prácticamente todos los elementos de una zona de subducción, incluyendo la presencia de volcanes activos.

La contorsión de la zona de Wadau – Benioff marca el límite norte de la cadena de volcanes activos actuales y recientes.

La zona del Perú Central – Sur de Ecuador, abarca desde la Contorsión del N de Arequipa el límite sur de la cadena volcánica activa de Ecuador – Colombia, alrededor de los 2°S de latitud. Esta zona es compleja y comprende tres subzonas. La de transición, entre la Contorsión del N de Arequipa y Lima, con actividad desde la superficie a los 100 km de profundidad a lo largo de la costa, continuando hacia la zona tectónica Subandina con buzamiento subhorizontal por debajo del Aparato Andino (altiplano y cadenas montañosas), luego buza, alrededor de 20° - 30°, más allá de los 150 km de profundidad, por debajo de la región tectónica Subandina. La segunda subzona abarca del norte de Lima a la Deflexión Tectónica de Cajamarca. La actividad sísmica sigue el patrón normal para una zona de subducción hasta los 100 km de profundidad, no existiendo una actividad significativa por debajo del Aparato Andino.

Sin embargo, dicha actividad se reanuda por debajo de la región tectónica Subandina a profundidades alrededor de 110 km de profundidad. La tercera subzona comprende la Deflexión Tectónica de Cajamarca y límite volcánico de Guayaquil – Volcán Sangay. La sismicidad es normal hasta los 100km de profundidad y compleja a profundidades intermedias.

No es evidente la relación entre la actividad sísmica de profundidades intermedias y la que ocurre entre los 450 y 600 km de profundidad del NW de Bolivia al sur de Colombia, debido a que no se han detectado sismos entre los 250 km y los 450 km de profundidad; y por la forzada geometría que tendría la zona Wadau – Benioff.

La actividad sísmica asociada con el proceso de empuje o compresión del escudo Guayano – Brazílero, se desarrolla en y por debajo de la zona tectónica Subandina, y está, esencialmente, confinada a la corteza terrestre. Alcanza profundidades alrededor de los 30 km y está bajo un ambiente tectónico de compresión.

Finalmente, existe una actividad sísmica causada por el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino. Se desarrolla siguiendo los patrones geomorfológicos y tectónicos dominantes de los bordes de las cordilleras andinas occidental y oriental. En el borde

occidental la actividad sísmica se concentra en los primeros 20 km de profundidad: Cordillera Blanca, oeste de Cajamarca. Alcanza, sin embargo, mayores profundidades en la zona de Arequipa – Tacna. En el borde oriental es notable la sismicidad de los contrafuertes andinos orientales. Los sismos recientes e históricos de Ayacucho, Cusco, Urcos y norte del lago Titicaca, son manifestaciones de esta zona sísmica, muy superficial y destructiva. La actividad sísmica asociada a este proceso ocurre en un ambiente tectónico de tensión. Ver fig. 2.5 [ 11 ].

### PRINCIPALES PLACAS EN LA REGIÓN



Fig. 2.5

#### 2.4 Respuesta Estructural

Se entiende por respuesta de una estructura el conjunto de las cantidades físicas que configuran su comportamiento ante una sollicitación externa sobre la estructura. Si la forma o magnitud de la sollicitación, es variable, con respecto al tiempo, también lo será la reacción de la estructura, se dice en tal caso respuesta o comportamiento dinámico.

La técnica para obtener la respuesta consiste en plantear las condiciones de equilibrio dinámico de la estructura en estudio expresada mediante ecuaciones en que intervienen las constantes características de la estructura, las acciones sobre la estructura y las cantidades que definen su comportamiento.

Debido a la complejidad de las estructuras no se puede conocer su comportamiento con mucha exactitud; es suficiente el conocer soluciones aproximadas del problema que sean prácticas y seguras, así pues, han de suponerse, generalmente, condiciones ideales de las características estructurales aceptando una teoría de homogeneidad e isotropía de los elementos constituyentes. [ 1 ]

## 2.5 Consideraciones de la Fuerza Sísmica

Durante un sismo, las edificaciones están sujetas a movimientos horizontales y verticales. Las fuerzas de inercia o fuerza sísmicas se producen en los puntos de masa de la estructura en ambas direcciones vertical y horizontal. De las dos variedades, las fuerzas en la dirección vertical solo modifican ligeramente la fuerza gravitacional actuando sobre la estructura. Puesto que la estructura es diseñada para resistir fuerzas gravitacionales son un factor de seguridad alto; por lo general, la estructura no puede ser afectada por fallas debidas a movimiento verticales.

En comparación, la fuerza sísmica horizontal actúa sobre las partes más débiles de la estructura y cuando ésta no posee suficiente resistencia directamente incurre en falla. Consecuentemente, el principio fundamental del diseño sismo - resistente es proporcionar a la estructura la resistencia ante las fuerzas laterales que originan un sismo.

Cuando un objeto de masa  $m$  ( $kg \text{ seg}^2/cm$ ) es sujeto a una aceleración  $a$  ( $cm/seg^2$ ), la fuerza de inercia o fuerza sísmica  $F$ , la cual actúa en la parte superior de una estructura, se puede expresar como:

$$F = m \cdot a \text{ (kg)} \quad (2.9)$$

Si el peso del objeto es  $W$  (kg), entonces:

$$m = \frac{W}{g} \text{ (kg seg}^2/cm) \quad (2.10)$$

$$F = a \frac{W}{g} = \frac{a}{g} W \quad (2.11)$$

El Dr. R. SANO, expresó la relación de la fuerza sísmica  $F = m.a$  a la fuerza gravitacionalmente  $W = m.g$  como  $K$ , y lo denominó coeficiente sísmico.

$$K = \frac{F}{mg} = \frac{a}{g} \quad (2.12)$$

La fuerza sísmica  $F$  es expresada como un múltiplo  $K$  del peso  $W$  del objeto haciendo posible entender claramente sus características

Fuerza sísmica

$$F = K .W \text{ (kg)} \quad (2.13)$$

Si la aceleración horizontal  $a = 200 \text{ cm/seg}^2$ , luego el coeficiente sísmico horizontal sería

$$K = \frac{a}{g} = \frac{200}{980} = 0.204 = 0.2$$

y la fuerza sísmica horizontal se hace,  $F = K.W. = 0.2 W$  (2.14)

Existen varios tipos de aceleración durante un sismo y por consiguiente hay varias componentes del coeficiente sísmico.

Primero, existe un coeficiente sísmico del movimiento del suelo o el coeficiente sísmico del suelo durante el sismo, este es un coeficiente en una específica localización, no sólo en la superficie del terreno sino en algunos casos en puntos debajo de él.

El siguiente toma en consideración la vibración del edificio y otras estructuras sujetas al movimiento del suelo. Este es el coeficiente sísmico actuante en el edificio y es llamado coeficiente de respuesta sísmica, desde este es un coeficiente sísmico actuante, este es la base sobre la cual es considerado el coeficiente sísmico de diseño, pero no se debe pensar que sea el coeficiente sísmico de diseño como tal. Puesto que el diseño sísmico resistente se realiza para un sismo que puede ocurrir en el futuro, el primer paso

es estimar el movimiento sísmico que podría ocurrir en la localidad mediante registros y datos sismológicos del pasado. El coeficiente sísmico, del movimiento sísmico estimado, es relevante desde que es difícil realizar una estimación para un determinado lugar, la estimación se deberá hacer para un determinado distrito o región.

El último es el coeficiente sísmico de diseño, este es determinado sobre la estimación de la respuesta que ocurriría en un edificio durante un sismo anticipándose a lo que ocurrirá en el futuro. [ 1 ]

## **2.6 Evaluación de un Sismo**

El efecto sísmico puede ser registrado por instrumentos de precisión que informen sobre el desplazamiento, la velocidad relativa, o la aceleración del terreno en que se encuentran ubicados, pudiendo prepararse gráficos de estas cantidades en función del tiempo con lo que se obtendrá la historia de un determinado sismo en la localidad.

Para la Ingeniería Antisísmica la característica más importante es la aceleración del suelo, que interviene en las ecuaciones de equilibrio dinámico como sollicitación exterior de las estructuras.

La Figura N° 2.1 presenta, como ejemplo, un acelerograma típico correspondiente al terremoto de Lima del 17 de octubre de 1966, componente N-E, registrado en la ciudad de Lima, Instituto Geofísico del Perú. Puede observarse que se trata de una curva irregular muy compleja, que no sigue una ley matemática expresable y en ningún caso se asemeja a un movimiento periódico y menos a un armónico simple. [ 1 ].

## **2.7 Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones**

Es el nivel o grado al que las edificaciones están expuestas a sufrir cuando se encuentran sometidas a un sismo. Se puede interpretar que el nivel de vulnerabilidad de una edificación será inversamente proporcional a la resistencia sísmica con la cual se encuentra construida, dicha resistencia pueda aumentar o disminuir con el transcurrir del tiempo, por ello es un proceso dinámico y no estático.

La Vulnerabilidad de las Edificaciones a causa del sismo dependen a la falta de información, como son:

### **Construcción Inapropiada**

Durante un terremoto, el número de muertos sepultados por los edificios es grande. Casi el 80% de las víctimas de un terremoto se debe a este hecho. Los edificios de ladrillo sin ninguna estructura de cemento resultan ser los más peligrosos. Mejorar los métodos de construcción resulta ser muy eficaz para reducir el número de víctimas, así

como respetar las normas de construcción de cada país propenso a soportar desastres naturales de cualquier tipo. [ 7 ]

### **Tipo de Suelo**

Muchas de las grandes ciudades se han levantado sobre cuencas de ríos, debido a que el agua siempre ha sido vital para la supervivencia del hombre; por lo tanto, hay que estar lo mas cerca de ella. Sin embargo, esta manera de desarrollarse las ciudades es muy perjudicial porque siempre se levantan sobre suelos sedimentarios poco o nada compactados. Este tipo de suelo, amplifica a las ondas sísmicas y generan mas daños en superficie.

### **Antigüedad de las Construcciones**

Las ciudades más importantes en el mundo, tienen muchos años y por lo tanto, algunas zonas presentan viviendas de siglos anteriores aun en funcionamiento. Este tipo de vivienda dañada por el paso de los años, no es recomendable para protegerse ante la ocurrencia de un terremoto. Asimismo, estas viviendas que en muchos lugares son de adobe, quincha, madera, tienen mas probabilidad de sufrir colapsos o incendios. [ 16 ].

#### **2.7.1 Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones en el Sur del Perú**

El sur del Perú (departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna) y el Norte de Chile ha sido afectado por 7 grandes sismos ocurridos en los años 1604, 1687, 1715, 1784, 1868, 1877 y 2001 el primero y los tres últimos originaron maremotos (tsunamis) que afectaron la costa, se calcula que los sismos de 1868 (epicentro aproximado en Arica) y 1877 (epicentro aproximado en Iquique) tuvieron una magnitud de 8.5 y este último del 23 de Junio del 2001 al sur de la localidad de Ocoña y con una magnitud Ms 7.9 en la escala de Richter. Desde 1868 no se había producido un sismo de gran magnitud en esta zona del país hasta junio del 2001 formándose una brecha sísmica o silencio sísmico por 133 años. [ 9 ].

# CAP. 3

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS

### 3.1 Daños en Elementos 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 un 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 funcionamiento de importantes edificaciones después del sismo.

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



### Cap. 3.- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS

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 debajo 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 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 importantes sometidas a movimientos sísmicos fuertes y moderados.

Poco edificios se diseñan para resistir sismos severos en el rango elástico, por lo cual es necesario proporcionarle a la estructura capacidad de disipación de energía mediante tenacidad y ductilidad en los lugares en que se espera que la resistencia elástica puede ser excedida. Esto se aplica a los elementos y a las conexiones de los elementos, puntos que usualmente son los más débiles. [ 12 ]

#### 3.1.1 Análisis de la Vulnerabilidad Estructural

En estos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible de la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y fuertes. El diseño del refuerzo debe pasar necesariamente por un análisis de la capacidad disponible de resistencia y ductilidad ante sismos.

Un estudio de vulnerabilidad busca, entre otras cosas, determinar la susceptibilidad o el nivel daño esperado en la infraestructura, equipamiento y funcionalidad frente a un desastre determinados; por lo tanto, para iniciar un estudio de vulnerabilidad deben caracterizarse el o los fenómenos a ser considerados.

Para el caso de sismos, vale la pena seleccionar y caracterizar aquellos eventos que podrían presentarse durante la vida de la edificación, ya que algunos sismos frecuentes y de baja magnitud podrían afectar a los elementos no estructurales; en cambio, aquellos sismos menos frecuentes pero más



violentos, pueden afectar tanto a elementos estructurales como no estructurales.

A continuación se comentan los principales métodos para la realización de la evaluación estructural. Debe destacarse, que dicha evaluación será insuficiente si no se acompaña de una detallada revisión de los elementos no estructurales.

**a. 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 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 corroboren la seguridad de una edificación.

Algunos de estos métodos constituyen el primer nivel de evaluación de los métodos analíticos, como el caso del método japonés, la evaluación diseñada por Iglesias para el caso de ciudad de México y el método ATC-21. En términos generales, puede decirse que son métodos eminentemente cualitativos, en los que la construcción recibe una calificación determinada de acuerdo a aspectos tales como su estado de conservación, su irregularidad en planta y en altura, su relación con el suelo, calificación.

**b. Métodos Cuantitativos**

Para la recuperación post-sísmica de edificios esenciales, resulta deseable la realización de un análisis más riguroso; para lo cual se dispone de los métodos cuantitativos. Así mismo, los métodos cuantitativos sirven para profundizar en los resultados obtenidos de los métodos cualitativos, cuando estos últimos no entreguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura.

Para realizar un análisis de vulnerabilidad, utilizando métodos cuantitativos es necesario contar con cierta información básica como: características de los materiales utilizados en la edificación, caracterización. Generalmente los análisis cuantitativos son realizados mediante modelaciones matemáticas de la estructura, 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.
- Análisis para los diferentes sismos que se pueden presentar.

[12]

### **3.2 Daño en 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.

A pesar de lo anterior, en el diseño sísmico de estructuras se concede generalmente poca importancia a estos elementos, al punto de que muchos códigos de diseño no incluyen normas de diseño al respecto. Quizás debido a ello, la experiencia en sismos recientes muestra un buen comportamiento de la estructura diseñada de acuerdo a los modernos criterios de sismorresistencia, acompañado infortunadamente por una deficiente respuesta de los elementos no estructurales. Si se tiene en cuenta la seguridad de los ocupantes de una edificación expuestos al riesgo de colapso de estos elementos, su costo de reposición y las pérdidas involucradas en la suspensión de funciones del edificio mismo, puede comprenderse la importancia de considerar el diseño sísmico de los elementos no estructurales dentro del proyecto general de la edificación.

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 daños o interrupción en los servicios básicos (agua, electricidad, comunicaciones, etc.) pueden hacer que un moderno edificio se convierta en una instalación virtualmente inútil porque su funcionamiento depende de ellos.

Los elementos no estructurales se pueden clasificar en las siguientes tres categorías: elementos arquitectónicos, equipos y mobiliarios, e instalaciones básicas.



- a. Los elementos arquitectónicos incluyen componentes como muros exteriores no-portantes, paredes divisorias, sistemas de tabiques interiores, ventanas, cielo rasos, sistema de alumbrados, etc.
- b. Los equipos y mobiliarios incluyen elementos como equipo médico, equipo industrial mecánico, muebles de oficina, recipientes de medicamentos, etc.
- c. Las instalaciones básicas incluyen los sistemas de abastecimientos de servicio tales como electricidad, agua, gases médicos, vapor, vacío, comunicaciones internas y externas, etc. [ 12 ]

### 3.2.1 Elementos Arquitectónicos

- Divisiones y tabiques	- Interiores
- Fachadas	- Cielos falsos (cielos rasos)
- Elementos de cubierta	- Cornisas
- Terrazas	- Chimeneas
- Vidrios	- Apéndices (letreros, etc.)
- Techos	- Antenas

### 3.2.2 Equipos y Mobiliario

- Equipo médico	- Equipo industrial
- Equipo de oficina	- Mobiliario
- Contenido	- Suministros
- Archivos Generales	- Estanterías de Productos

### 3.2.3 Instalaciones Básicas

- Gases médicos	- Gas Industrial
- Electricidad	- Telecomunicaciones
- Vacío	- Agua potable
- Agua industrial	- Aire acondicionado
- Vapor	- Tuberías en general [ 12 ]

## 3.3 Metodología de Evaluación de Daños en Edificaciones

Para la evaluación de daños en las edificaciones, se han considerado los formatos 3.1, 3.2 y 3.3 los cuales se utilizarán en campo y son los siguientes:



# VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

## GENERALIDADES / CIMENTACION

## FORMATO 3.1.- EDIFICACIONES DE ADOBE

**1. ANTIGÜEDAD**

Fecha de Inicio de Construcción: .....

Fecha de Terminó de Construcción: .....

Fecha de Puesta en Funcionamiento: .....

**2. NUMERO DE PISOS:**

Sotano

SI NO

**3. ALTURA POR PISO:**

**7. ESTADO DE LA CIMENTACION**

.....

Bueno

Regular

Malo

**4. ALTURA TOTAL:**

.....

Asentamientos

SI

NO

**5. AREA CONSTRUIDA DEL PABELLON**

.....

**OBSERVACIONES:**

.....

Nombre del Establecimiento: .....

.....

Fecha:.....

.....



### VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

#### TECHO / ESTADO DE LA EDIFICACION

#### FORMATO 3.1.- EDIFICACIONES DE ADOBE

17. TIPO DE TECHO

Madera

Caña

Torta de Barro

Otros:.....

.....  
.....  
.....  
.....

19. Describir el estado de mantenimiento general de la edificación, incluir si existen daños visibles o recubiertos por Asentamientos, Filtraciones, Fuego y/o Sismos.

.....  
.....  
.....  
.....

18. ESTADO DE CONSERVACION DEL TECHO

Bueno

Regular

Malo

Los sectores del techo en regular y mal estado deberán ser señalados en el plano o croquis utilizado.

Ejecutado por:.....

OBSERVACIONES:.....

.....

Nombre del Establecimiento:.....

.....  
.....

Fecha:.....

.....



# VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

## GENERALIDADES / CIMENTACION

## FORMATO 3.2.- EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA

### 1. ANTIGÜEDAD

Fecha de Inicio de Construcción: .....

Fecha de Terminó de Construcción: .....

Fecha de Puesta en Funcionamiento: .....

### 2. NUMERO DE PISOS:

Sotano

SI

NO

### 3. ALTURA POR PISO:

.....

### 4. ALTURA TOTAL:

.....

### 5. AREA CONSTRUIDA DEL PABELLON

.....

### 6. TIPO DE CIMENTACION

Corrida con refuerzo

Corrida sin refuerzo

Otros:.....

.....

### 7. ESTADO DE LA CIMENTACION

Bueno

Regular

Malo

Asentamientos

SI

NO

### OBSERVACIONES:.....

.....

.....

.....

### Nombre del Establecimiento: .....

.....

### Fecha:.....

.....



### VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

#### ALBAÑILERIA DE MUROS

#### FORMATO 3.2.- EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA

8. UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE MUROS	11. REFUERZO VERTICAL Y/O HORIZONTAL DE CONCRETO ARMADO EN MUROS
Ladrillo de arcilla	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Ladrillo o bloque de concreto	Si la respuesta es NO, describir el tipo de amarre entre muros.
Otros:.....	12. TIPO DE REFUERZO DE CONCRETO ARMADO EN MUROS
Solo columnas <input type="checkbox"/>	Solo vigas <input type="checkbox"/> Viga collar <input type="checkbox"/>
Columnas y vigas de amarre <input type="checkbox"/>	Con refuerzo interior en huecos de bloques <input type="checkbox"/>
Con revestimiento <input type="checkbox"/>	Describir:.....
Sin revestimiento <input type="checkbox"/>	Describir:.....
Buen <input type="checkbox"/>	13. FISURAS Y/O GRIETAS EN VIGAS Y/O COLUMNAS
Regular <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Malo <input type="checkbox"/>	Describir:.....
Los muros en regular y mal estado deberán ser señalados en el plano o croquis utilizado.	Nombre del Establecimiento:.....
OBSERVACIONES:.....	Fecha:.....

## VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

### VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

#### TECHO / ESTADO DE LA EDIFICACION

#### FORMATO 3.2.- EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA

<p>14. TIPO DE TECHO</p> <p>De un piso y con techo ligero y flexible <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/></p> <p>Losa rígida macisa de concreto armado <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/></p> <p>Losa rígida de concreto armado <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/></p> <p>Si es techo ligero y flexible, describir sus características, material y estado de conservación.</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>16. EN CASO DE TECHO RIGIDO</p> <p>Espesor de muros:..... cm</p> <p>Densidad de muros      Dimensión "X" ..... cm/m</p> <p>Dimensión "Y" ..... cm/m</p>
<p>15. FISURAS Y/O GRIETAS EN EL TECHO RIGIDO</p> <p>SI <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> NO <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></p> <p>Describir:.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Las vigas, columnas, muros y sectores del techo con fisuras y/o grietas deberán ser señaladas en el plano o croquis utilizado.</p>	<p>17. Describir el estado de mantenimiento general de la edificación, incluir si existen daños visibles o recubiertos por asentamientos, filtraciones, fuego y/o sismos.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>OBSERVACIONES:.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>18. Describir en forma general las características de suelo:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Ejecutado por:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Nombre del Establecimiento:.....</p> <p>.....</p> <p>Fecha:.....</p>	



# VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

## GENERALIDADES / CIMENTACION

## FORMATO 3.3.- EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

### 1. ANTIGÜEDAD

Fecha de Inicio de Construcción: .....

Fecha de Terminó de Construcción: .....

Fecha de Puesta en Funcionamiento: .....

### 5. AREA CONSTRUIDA DEL PABELLON

.....

### 6. TIPO DE CIMENTACION

### 2. NUMERO DE PISOS:

Zapatas aisladas		Zapatas Conectadas		Zapatas cimentación

Otros:.....

Sotano

SI  NO

### 3. ALTURA POR PISO:

### 7. ESTADO DE LA CIMENTACION

Bueno  Regular  Malo

### 4. ALTURA TOTAL:

Asentamientos

SI  NO

### OBSERVACIONES:

Nombre del Establecimiento: .....

.....

.....

.....

.....

Fecha:.....



### VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

#### COLUMNAS / VIGAS

#### FORMATO 3.3.- EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

8. COLUMNAS

Sección  Cuadrada      Sección  Rectangular      Sección  Circular

Otros:.....

Figuras y/o grietas u otros daños en las vigas

SI  NO

Describir:.....

Figuras y/o grietas u otros daños en las columnas

SI  NO

Describir:.....

#### 10. DESCRIBIR LA DISPOSICION DE LOS PORTICOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

9. VIGAS

Vigas Peraltadas  Vigas Chatas (misma altura que losa del techo)

Describir la disposición de las vigas peraltadas y chatas:.....

OBSERVACIONES:.....

Nombre del Establecimiento:.....

Fecha:.....



### VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

#### TECHO / MUROS DE CORTE / EFECTOS CONSTRUCTIVOS

#### FORMATO 3.3.- EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO

11. TIPO DE TECHO	SI	NO
Losa rígida maciza de concreto armado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Losa rígida aligerada de concreto armado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fisuras y/o grietas u otros daños en el techo.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Describir: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Muros de corte de concreto armado en la edificación	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Fisuras y/o grietas u otros daños en los muros de corte.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Describir: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. DEFECTOS CONSTRUCTIVOS	SI	NO
Hay columnas cortas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Están las cajas de ascensores y escaleras Ubicadas fuera del centro de gravedad del edificio y no existen muros de corte que la equilibren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Por la información anterior hay excentricidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuan críticos son para la seguridad de las edificación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es débil o fuerte en una de las direcciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existen suficiente operación entre edificaciones adyacentes para evitar daños por impacto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Describir otros defectos estructurados:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Describir el estado de mantenimiento general de la edificación, incluir si existen daños visibles o recubiertos por asentamientos, filtraciones, fuego y/o sismos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Describir en forma general las características del suelo Ejecutado por:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONES:</b> .....		
Nombre del Establecimiento:.....		
Fecha:.....		



### Formato Resumen

El formato 3.4 es el resumen de los formatos 3.1, 3.2 3.3 a utilizarse en gabinete para llevar un mayor orden y control en los datos a obtenerse en campo para cada una de las viviendas a evaluar y en ellas se consideran las siguientes características:

- N° de Lote
- Años de Antigüedad de cada edificación

### Daños Estructurales

- Tipo del Material en cual esta construido
- N° de edificaciones construidas dentro del lote
- Uso de la edificación (Vivienda, Negocio, Chacra, etc.)
- Area construida.
- Altura de la Edificación
- N° de pisos
- Tipo de Cimentación
- Estado en que se encuentra la Cimentación ( Buena, Regular y Mala)
- Se ha producido Asentamiento en la construcción ( Si y No)
- Tipo de Material usado en divisiones (muros)
- Dimensiones del material empleado (Cabeza, sogá y canto)
- Características de la falla (forma, lugar) en los muros
- Estado en que se encuentra el muro (Bueno, Regular y malo)
- Características de fallas ocasionadas en las vigas (Tipo material, forma y lugar).
- Características de fallas ocasionadas en las columnas (Tipo material, forma y lugar)
- Tipo de material de la cobertura o techo
- Dimensiones de la cobertura.
- Estado de la cobertura ( Bueno, Regular y Malo)

### Daños No Estructurales

- Estado de las divisiones o tabiquería
- Tipo de material utilizado como revestimiento o tarrajeo
- Estado del tarrajeo (Bueno, Regular y Malo)
- Estado de la Pintura (Bueno, Regular y Malo)
- Estado de los Accesorios (Bueno, Regular y Malo)

### **Clasificación de Daños**

- Sin Daño.- Correspondiente a edificaciones no sufrieron daños, pero que es importante evaluarlas para efectuar una comparación con las que sufrieron daños.
- Leve.- Correspondientes a aquellos daños en elementos no estructurales o a aquellos elementos estructurales que por su naturaleza no comprometen la seguridad e la edificación, tales como pequeñas fisuras, y que en todo caso permiten la reparación fácil de la edificación.
- Severo.- Representa a aquellos daños que se presentan en elementos estructurales que comprometen la seguridad de la edificación o de las edificaciones que presentan colapso parcial, y son casos que en la posibilidad de reparación requiere de un estudio más detallado y específico y/o casos en que la edificación es inhabitable.
- Colapso.- Representa el caso en que más del 80% de la edificación a colapsado y en todo caso la edificación es inhabitable. [ 2 ]

# CAP. 4

## EL SISMO DE AREQUIPA JUNIO 2001

### 4.1 Antecedentes

El día sábado 23 de junio de 2001 y cerca de las 15 horas con 33 minutos (hora local), un terremoto de magnitud mb igual a 6.9 ( $M_s=7.9$ ) afectó toda la región Sur de Perú, incluyendo las ciudades de Arica e Iquique en Chile y La Paz en Bolivia. El epicentro del terremoto fue localizado en la región Sur y cerca de la línea de costa; esto es, a 82 km al NW de la localidad de Ocoña, Departamento de Arequipa. Este terremoto tuvo características importantes entre las que destaca la complejidad de su registro, el mismo que evidencia un proceso de ruptura por demás heterogéneo, observado en estaciones de banda ancha de la red sísmica nacional y mundial, así como el modo de propagación de la onda sísmica, que al ser el terremoto de carácter superficial produjo el ondulamiento de la superficie.

Las localidades más afectadas por el terremoto del 23 de junio fueron las de Ocoña, Camaná, Mollendo, Caravelí, Arequipa, Moquegua y Tacna. De acuerdo con la destrucción de los daños materiales, personales y otros efectos, la intensidad máxima observada quedó restringida en VII-VIII en la escala de Mercalli Modificada. El sistema

de Defensa Civil y los diversos medios de comunicación, informaron de la muerte de al menos 35 personas en las ciudades de Arequipa, Moquegua y Tacna. Asimismo, se ha observado daños materiales de importancia en casi todas las localidades distribuidas cerca de la costa, desde Nazca hasta Iquique en Chile y Cusco, La Paz (Bolivia) hacia el interior del continente. [ 16 ]

#### **4.2 Características de la Zona en Estudio**

La Ciudad de Caravelí, Capital de la Provincia del mismo nombre, se encuentra en el departamento de Arequipa ubicado en el extremo Nor – Occidental y 382 km. de Arequipa, constituye una de las 8 provincias de la región Arequipa y es la más septentrional del Departamento.

Posición Geográfica 73° 22' 10" Longitud occidental y 15° 46' 39" Latitud Sur.

Se encuentra a una altitud de 1,779.00 m.s.n.m. considerado como ceja de Sierra – Región Altudinal – Yunga de Costa.

Su extensión es de: 13 225.33 Km<sup>2</sup>.

Capital: La Ciudad de Caravelí, se asienta en un fértil valle anfiteatro, rodeados de cerros tutelares como EL INDIO VIEJO y EL AMARGOSO.

Geología: Predomina el Suelo aluvional, gravas, corrientes de lodo, depósitos de limos, arcillas, conglomerados deleznales y concreciones calcáreas.

Cuenta con una Población de 3,383 habitantes aproximadamente.

El clima Predominante es Templado – seco, con lluvias de verano, en el mes de Mayo se alcanza hasta una temperatura de los 30.4°C, mientras que entre los meses Abril y Agosto la temperatura desciende hasta los 10.8°C la temperatura media anual es de 20.6°C; Sol todo el año y cielo despejado durante la noche. [ 29 ]

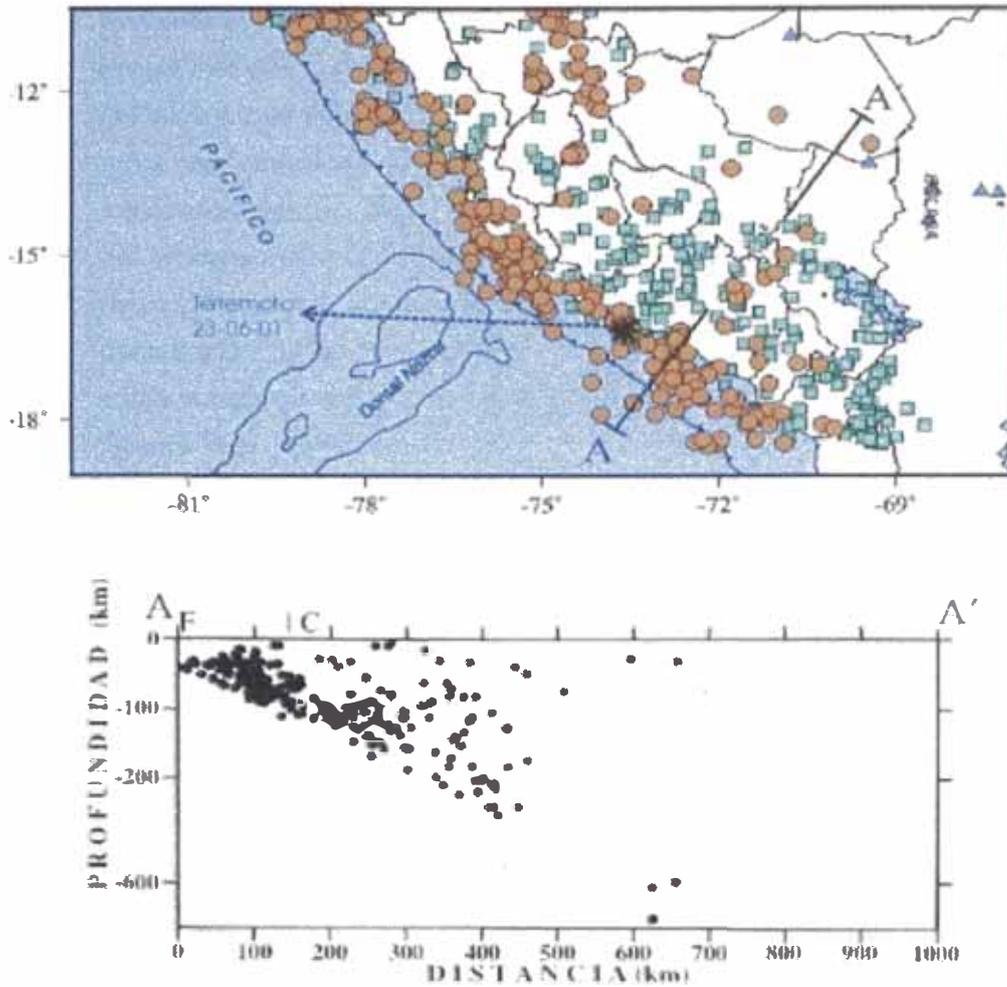
#### **4.3 Principales Características Sismotectónicas de la Región Sur del Perú**

La actividad sísmica en Perú es debida principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, presente de Norte a Sur en su borde Oeste con una velocidad relativa de 8-10 cm/año (Minster y Jordan, 1978). El margen continental Oeste de Sudamérica, donde la litosfera oceánica subduce bajo la continental, es uno de los más activos y de los bordes de placa el mayor en la Tierra. Como resultado de este proceso se ha formado la fosa peruano-chilena y la Cordillera Andina en diferentes procesos orogénicos.

La alta velocidad de convergencia de las placas permite que se genere un fuerte acoplamiento entre ellas, produciendo sismos de diferentes magnitudes a diversos niveles de profundidad.

Las características de la sismicidad en Perú y en detalle para la región Sur, ha sido realizada por diversos investigadores (Grange et al., 1984; Schneider y Sacks, 1987; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 2001), siendo las principales relacionadas con la distribución de los focos en superficie y en función de su profundidad. En la Figura 4.1 se puede observar en detalle las características de esta sismicidad.

Por otro lado, en el borde Oeste de Perú, los terremotos de magnitud elevada que producen diferentes grados de destrucción en superficie, presentan focos superficiales con mecanismos que obedecen a procesos compresivos, siendo los mismos asociados a la colisión de la placa de Nazca y Sudamericana. Sin embargo, la frecuencia de estos terremotos es menor en la región Sur ya que por lo general, aquí se ha venido produciendo terremotos con focos intermedios (profundidad de 100 km) que generaban en superficie intensidades del orden de IV a V en la escala MM (terremoto del 3 de Abril de 1999, mb=6.0). El terremoto del 23 de junio de 2001, se produce a una distancia de 70 km aproximadamente al Sureste del ocurrido el 12 de noviembre de 1996 (terremoto de Nazca) y al igual que este, el terremoto del 23 de junio presenta eje de presión horizontal orientado en dirección NE-SW, perpendicular a la dirección de la fosa peruano-chilena y coherente con las fuerzas que controlan el desplazamiento de las placas de Nazca y Sudamericana. [ 16 ]



Fuente I.G.P.

Fig. 4.1

Sismicidad en la Región Sur del Perú para el período 1964 – 1996 ( $M < 5.0$ ) y sección vertical según la línea A-A. Los círculos muestran los sismos de foco superficial, los cuadrados con foco intermedio y los triángulos con foco profundo.

#### 4.4 El sismo de Arequipa del 23 de Junio del 2001

##### 4.4.1 Parámetro Hipocentrales

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizó la localización preliminar del epicentro del terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001, en las coordenadas  $16.08^\circ$  S,  $73.77^\circ$  W; esto es a 82 km al NW de la localidad de Ocoña. Mayor información permitió realizar el recalcu de epicentro, siendo la localización final la que se muestra en la Figura 4.2 y cuyas coordenadas se presenta en la Tabla 1, en comparación con las reportadas por el National Earthquake Information Center (NEIC). Según estos valores, la diferencia

existente en las coordenadas del epicentro es mínima y se estima que estas se encuentren dentro de los márgenes de error propios del cálculo. Asimismo, en la Figura 4.2 se observa que el epicentro del terremoto del 23 de junio se ubica entre las localidades de Ocoña y Chala, y sobre la línea de costa. Una explicación para las diferencias observadas en las coordenadas epicentrales del terremoto de Arequipa, es que los epicentros localizados basándose en datos telesísmicos, para el borde Oeste de Sudamérica, se encuentran algo desplazados hacia el continente en comparación con las determinaciones sobre la base de datos de redes sísmicas locales o regionales (Lomnitz, 1971; Spence et al., 1979); siendo estas últimas, de mayor precisión. De ahí que se considere como óptimo al epicentro obtenido por el IGP.

En la Figura 4.2, también se muestra la ubicación epicentral de tres de las réplicas de mayor magnitud ocurridas durante las 24 horas siguientes al terremoto. Estas réplicas se ubican frente a las localidades de Ocoña, Mollendo e Ilo respectivamente y sugieren que la propagación de la ruptura del terremoto de Arequipa se realizó en dirección Sureste sobre una longitud de aproximadamente 270 km. La réplica de mayor magnitud se ubica frente a la localidad de Mollendo (6.3 Ms).

Durante las primeras 24 horas de haber ocurrido el terremoto de Arequipa del 23 de junio, el IGP ha registrado un total de 123 réplicas, muchas de las cuales han producido intensidades entre III y V en MM en la ciudad de Arequipa. Como es normal, el número de réplicas viene disminuyendo paulatinamente.

[ 16 ]



Fuente I.G.P.

Fig. 4.2

Ubicación del epicentro y 3 réplicas de Terremoto de Arequipa del 23 de Junio del 2001.

**Tabla 1**

Parámetros hipocentrales del terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001 y de tres de sus réplicas principales.

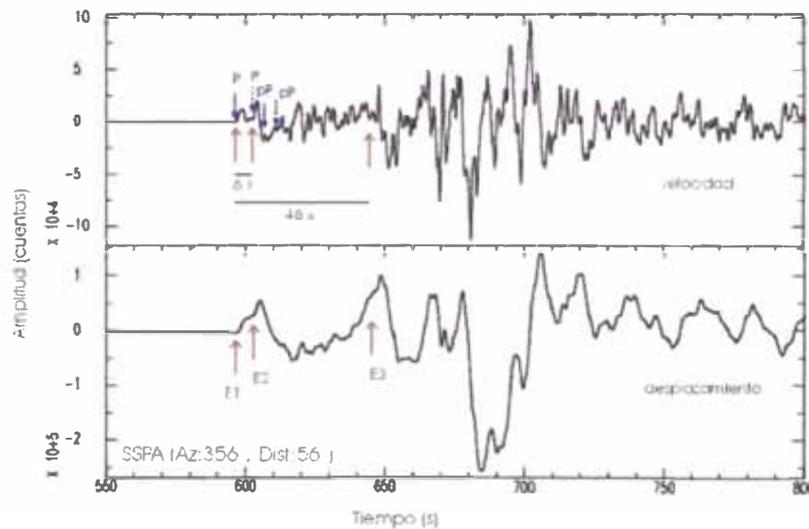
Fecha	H. Origen	Lat.-S	Long.-W	Prof.	Mag	Agencia
d:mm:aa	.hh:mm:ss.s			Km		
23:06:01	20:33:04.4	16.20°	73.75°	29	6.9mb, 7.9Ms	IGP
23:06:01	20:33:13.0	16.15°	73.40°	33	7.6Ms	NEIC
23:06:01	21:27:35.00	17.09°	72.37°	33	6.3Ms	NEIC
23:06:01	23:10:00.00	16.68°	73.31°	33	6.2Ms	NEIC
24:06:01	01:22:52.0	17.52°	71.71°	33	5.5Ms	NEIC

Fuente I.G.P.

[ 16 ]

#### 4.4.2 Estimación de la Profundidad del Foco

La profundidad de foco del terremoto de Arequipa del 23 de junio, no pudo ser determinada con precisión, debido a que la mayor parte de los registros sísmicos utilizados en la localización del mismo presentaban su señal totalmente saturada, de ahí que los algoritmos utilizados proporcionaran por defecto un valor de 33 km, igual al reportado por el NEIC (Tabla 1). A fin de cuantificar la profundidad del foco del terremoto de Arequipa, se procedió a utilizar un método directo, basado en el cálculo de la diferencia de tiempos de llegada de las fases pP y P. Para tal objetivo, se ha leído los tiempos de llegada de estas fases en los registros de tres estaciones de la red mundial localizadas a distancias entre 40° y 56°. En la Figura 4.3 se presenta un ejemplo del registro en velocidad y desplazamiento del terremoto de Arequipa correspondiente a la estación de SSPA, la misma que esta ubicada a una distancia de 56° y 356° de acimut y en ella se indica con flechas de color azul, a llegada de las fases pP y P. De acuerdo a los valores obtenidos, la diferencia promedio de TpP-TP es de 9.1 segundos. Utilizando las tablas de recorrido-tiempo del IASPEI (Kennett, 1991), la diferencia en los tiempos de llegada equivale a una profundidad para el foco sísmico de 29 km. Esta profundidad pone en evidencia el carácter superficial del terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001. [ 16 ]



Fuente I.G.P.

Fig. 4.3

Registros sísmicos del Terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001 en la estación SSPA. Las flechas indican el número de rupturas y las barras de intervalo de ocurrencia a partir del primer arribo de la onda. Las flechas en azul indican el tiempo de llegada de las fases utilizadas en el cálculo de la profundidad del terremoto.

#### 4.4.3 Características de la Señal Sísmica y del Proceso de Ruptura

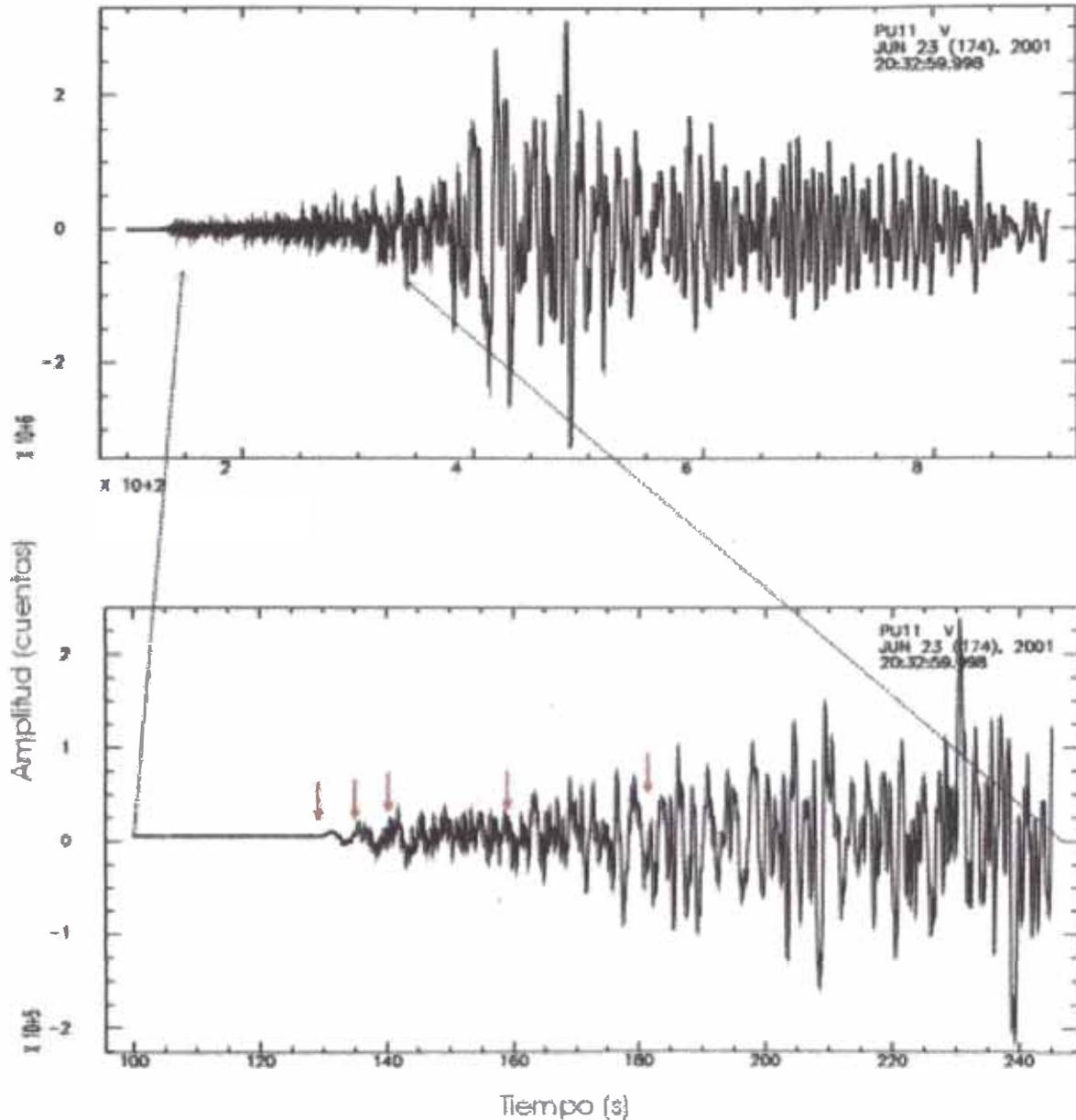
Los registros del terremoto de Arequipa del 23 de junio obtenidos de la red sísmica nacional, han permitido inicialmente observar su carácter complejo, el mismo que sugiere la posible ocurrencia de rupturas aleatorias propias de terremotos de magnitudes elevadas.

En la Figura 4.4 se presenta el registro de la estación de Pucallpa (PUC) ubicada a 800 km aproximadamente en dirección Norte, con relación al epicentro del terremoto. En esta figura se observa de manera clara en los primeros 60 segundos de registro, la presencia de hasta tres pequeños grupos de fases marcados por sus cambios de frecuencia. Sin embargo, debido a las distancias cortas estación - epicentro, es posible que estos trenes de onda se deban a fases reflejadas o refractadas en las capas granítica o basáltica. A fin de evitar la presencia de frecuencias altas en el registro del terremoto, se ha considerado analizar el obtenido de la estación SSPA. En la Figura 4.3, se presenta el registro del terremoto en velocidad y desplazamiento debidamente correlacionados en tiempo. En estos registros se observa que el tren de onda correspondiente a la fase P tiene una duración de aproximadamente 100 segundos incluyendo las fases reflejadas pP y sP; sin embargo, se distingue la presencia de hasta tres rupturas principales, las mismas que están separadas de la primera en 6 y 48 segundos respectivamente, siendo la última de mayor tamaño y duración. Estas rupturas son indicadas en la figura con las letras E1, E2 y E3 (flechas rojas). [ 16 ]

#### 4.4.4 Orientación de las Fuerzas Sísmica, Esfuerzo Principal y Momento Sísmico

La orientación de la fuente que dio origen al terremoto de Arequipa del 23 de junio, ha sido conocida a partir de su mecanismo focal, el mismo que fue inicialmente calculado por la Universidad de Harvard (CMT) y corroborada con los valores de polaridad para la onda P obtenidos de las estaciones de la red sísmica nacional y mundial. La solución para el mecanismo focal se presenta en la Figura 4.5, el mismo que corresponde a un mecanismo de tipo inverso con un plano nodal casi vertical y el otro prácticamente horizontal, ambos orientados en dirección NNW-SSE. De acuerdo a las características del proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamérica, de los dos planos nodales del mecanismo focal, el que buza de manera casi horizontal (buzamiento de 7°) en dirección NE correspondería al plano de falla. La orientación del eje de esfuerzo principal de presión es en dirección N55°

(flechas rojas), coherente con la dirección de convergencia de las placas en la región Sur de Perú. [ 16 ]

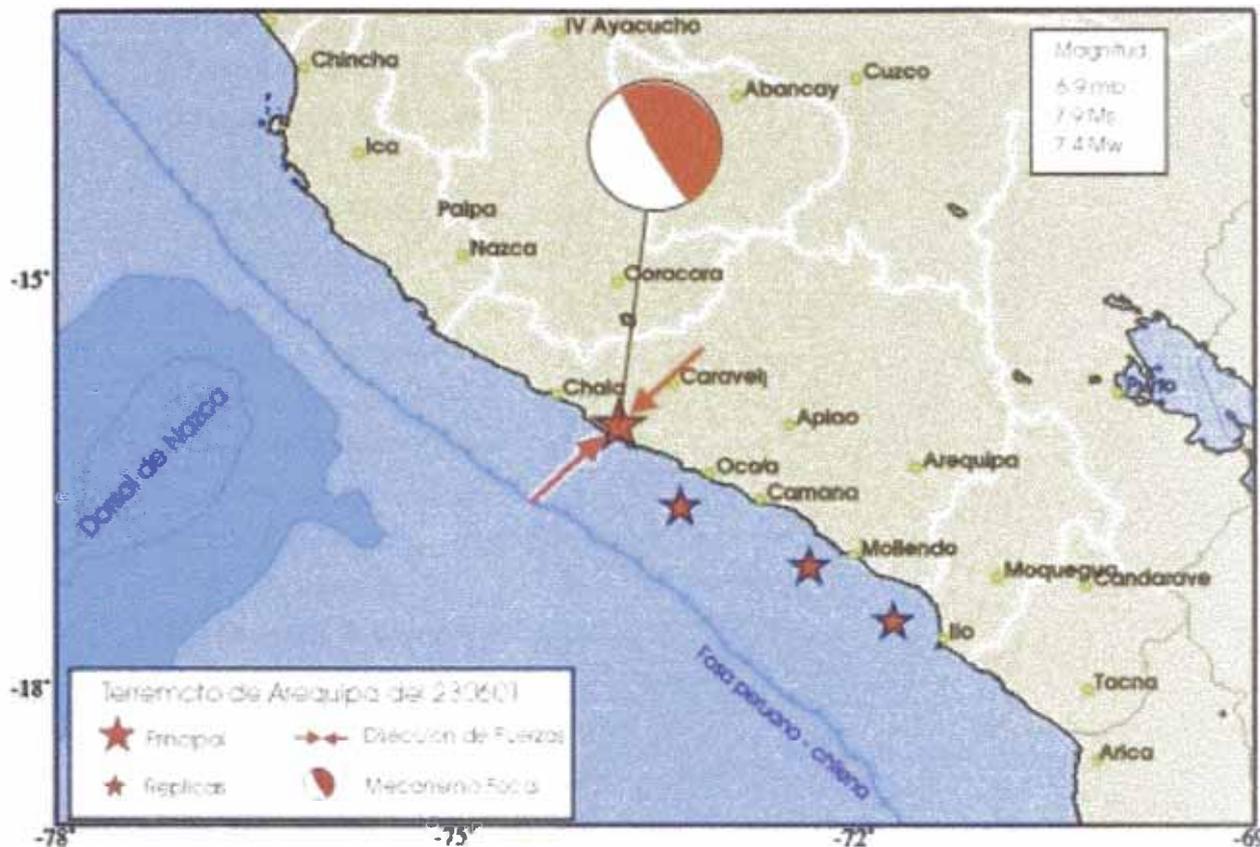


Fuente I.G.P.

Fig. 4.4

Registros del Terremoto de Arequipa en la estación sísmica de Pucallpa (PUC) componente vertical (Z). En la figura superior se muestra el total del registro del terremoto y en la inferior la correspondiente al grupo de la onda P. En esta figura se muestra con flechas los diferentes grupos de ondas que evidencian la complejidad del proceso de la ruptura del terremoto.

Asimismo, los datos del CMT proporcionan para el terremoto de Arequipa del 23 de junio un Momento Sísmico de  $1.8E + 21$  Nm, equivalente a una magnitud  $M_w$  de 7.4.



Fuente I.G.P.

Fig. 4.5

Mecanismo focal y orientación del esfuerzo principal que dio origen al terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001. Se indica la ubicación de 3 replicas principales y los valores de magnitud en diferentes escalas.

#### 4.4.5 Distribución de Intensidades

El mapa preliminar de distribución de las intensidades regionales, ha sido elaborado partir de la información recopilada vía línea telefónica inmediatamente después de ocurrido el terremoto de Arequipa del 23 de junio.

El total de la información ha sido interpretada utilizando la escala Mercalli Modificada. En la Figura 4.6 se muestra el mapa de isosistas y en el se observa que el terremoto tuvo una longitud de percepción mayor en dirección Sur, la misma que es coherente con la distribución preliminar de las pocas replicas

localizadas a la fecha. El terremoto del 23 de junio fue sentido con intensidades de II en MM hasta el norte del departamento de Lima y por el Sur hasta la ciudad de Antofagasta en Chile. Hacia el interior del continente, el terremoto produjo alarma en la población de la ciudad de La Paz en Bolivia. Como todos los terremotos que ocurren frente a la costa de Sudamérica, las líneas de isosistas siguen una geometría elipsoidal, siendo el eje mayor de la misma paralelo a la línea de costa.

Asimismo, la Figura 4.6 muestra que las intensidades máximas se presentaron en las localidades de Ocoña, Caravelí, Camaná y Mollendo (VII-VIII en MM), seguidas por la ciudad de Arequipa y las localidades de Aplao e Ilo (VII en MM). En la ciudad de Moquegua y las localidades de Locumba, Toquepala, Coracora, Puquio y Pampacolpa, la intensidad fue de VI en MM; mientras que, en las localidades de Palpa, Nazca, Espinar y Arica en Chile fue de V en MM. Intensidades menores fueron evaluadas en las localidades de Ica, Abancay, Cusco, Puno e Iquique en Chile (IV en MM).

Por otro lado, el Sistema de Defensa Civil informó que durante el terremoto de Arequipa del 23 de junio, se produjo la muerte de aproximadamente 23 personas en las ciudades de Arequipa y Moquegua, así como un gran número de herido y damnificados. Actualmente, se sabe que los daños materiales son muy heterogéneos, siendo estos mayores en las localidades de Ocoña, Caravelí, Camaná, Mollendo e Ilo y en las ciudades de Arequipa y Moquegua.

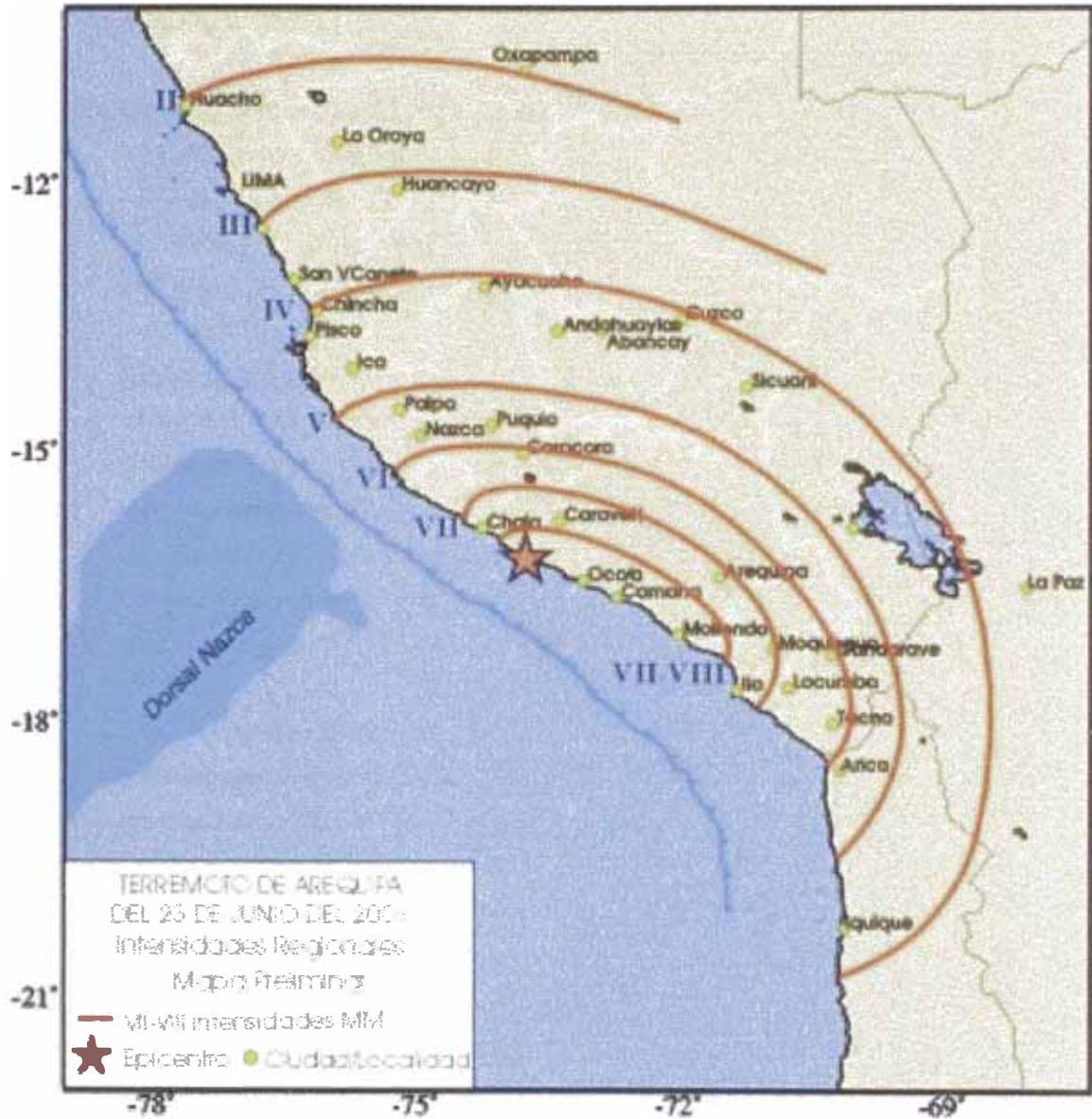
Sin embargo, se debe resaltar que la mayor parte de las viviendas afectadas estuvieron construidos de adobe y quincha a excepción de la ciudad de Arequipa, en donde sufrieron daños importantes viviendas de material noble.

[ 16 ]

#### 4.4.6 Otros Efectos

Ocurrido el terremoto de Arequipa del 23 de junio y basándose en la información del tamaño del mismo, la Dirección de Hidrografía de la Marina dio la "alarma de maremoto"; sin embargo, pasado alrededor de dos horas y media, esta fue anulada debido a que el nivel medio de mar no mostró cambios importantes. Evidentemente, esta alarma generó pánico en los habitantes del distrito de la Punta y Callao, los mismos que volvieron a la calma cuando se difundió la noticia de que la alarma quedaba sin efecto.

Información proveniente de la localidad de Camaná, informaron que la mar se retiró alrededor de 50 metros para luego retornar de manera lenta llegando a invadir gran parte de su costa, la misma que en la zona afectada se encuentra prácticamente al mismo nivel. [ 16 ]



Fuente I.G.P.

Fig. 4.6

Mapa de intensidades regionales del terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001.

#### 4.5 **Características Estructurales de las Edificaciones de la Zona**

En esta localidad el 64.5% de las viviendas son de Adobe, las cuales fueron dañadas severamente, presentando muros desplomados, fallas de cortes por grietas diagonales en los muros y separaciones entre los encuentros de muros por falta de elementos de arriostramiento, falla en los dinteles, colapso de techo (de madera con calamina y carrizo) y muros de cercos de empircados.

##### Porcentaje de viviendas de acuerdo al tipo de material:

- 64.5%	Adobe.
- 0.59%	Caña.
- 22.49%	Bloque de Concreto / Concreto.
- 12.43%	Ladrillo / Concreto.

##### 4.5.1 Edificaciones de Adobes y Caña

El 34.55% han colapsado, 36.36% están severamente dañado, el 28.18% los daños son leves y el 0.90% no presenta daños alguno. Estas edificaciones han sido afectadas con daños que van desde agrietamiento causados por dinteles de madera del techo liviano que va hacia la parte superior del muro, desprendimiento de tarrajeo de adobe o mortero, desplome de muros, hasta el colapso y derrumbes de los muros y techos.

Los muros de todas las viviendas evaluadas, carecían de elemento de confinamiento como vigas, columnas, así también no presentaban amarres en los encuentros de los muros, por lo que se encontraron grietas y desplome de los muros por tramos. Se observaron fallas por corte, verticales y por asentamiento.

La cimentación de la mayoría de las viviendas evaluadas es de piedra más barro en la cual se observó piedra de hasta 12" de diámetro en zanjas de 0.60m.de alto por 0.50 de base.

La Viviendas con menor daño presentaron: agrietamientos en los apoyos de los dinteles y en los apoyos sobre los muros de la viga de madera, siendo las grietas aproximadamente 2cm. En los muros perimetrales de adobe, se encontraron agrietamientos de aproximadamente 4cm. que separaban los encuentros de los muros por falta de arriostramiento, falla por corte en los muros de adobe y desprendimiento del tarrajeo, como así también se observó fallas entre vanos y vano - esquina.

En las viviendas que colapsaron presentaron: desplome de muros y techo. La característica de los materiales de construcción de las viviendas de adobe, con respecto a los ladrillos de adobe, son de 60x40x10, mezclado con pajilla de trigo, secado al sol, asentado con tierra. Las coberturas son de torta de barro y caña (quincha) y de 0.15 de espesor, también de calamina.

#### 4.5.2 Edificaciones de Bloquetas de Concretos

El 11.11% de estas edificaciones se encuentran severamente dañadas, el 38.89% presentan daños leves y el 50.00% no presentan daño alguno.

En estos tipos de edificación se pudieron apreciar grietas en unión muro – losa (< 1mm), grietas en unión muro – columna (1mm a 5mm).

En aquellas edificaciones revestidas, se hallaron igual manera agrietamientos de menos de 5mm, en los muros; en la mayoría de las edificaciones se utilizaron ladrillos karavista en los que se observaron agrietamientos de tipo vertical ubicado en medio de la pared, desprendimiento de muros y dinteles.

Las viviendas más dañadas, son aquellas que carecen de columnas de confinamiento paredes de tramos largos y/o mal confinamiento en encuentros de muros, encontrándose falla por corte diagonal y vertical. Muchas construcciones de este tipo cuentan con techos aligerados y otros con calamina.

#### 4.5.3 Edificaciones de Ladrillo y Concreto

El 8.70 % de las edificaciones se encuentran severamente dañadas y el 34.78 % presenta leves daños y el 56.52% se encuentra sin daño alguno.

Se encontraron agrietamientos menores de 5 mm, en revestimiento de los muros y en la parte inferior de los vanos de ventanas y en los dinteles.

Se encontraron algunas paredes de tabiquería severamente dañadas como en el caso de la Municipalidad, divisiones que fueron hechas por ladrillo pandereta y hasta ladrillo de techo de 12cm. de espesor.

De la misma manera que en el caso de las bloquetas de concreto, las viviendas más dañadas, son aquellas que carecen de columnas de confinamiento paredes de tramos largos y/o mal confinamiento en encuentros de muros,

encontrándose falla por corte diagonal y vertical. Muchas construcciones de este tipo cuentan con techos aligerados y otros con calamina.

Son muy pocas las cimentaciones que se encuentra reforzadas tan solo el 4.84%, mientras que el 95.16% se encuentran sin refuerzo y solo presenta como cimiento corrido un concreto ciclopeo.

La evaluación fue realizada a 169 viviendas (12 manzanas) de un total de 673 viviendas (64 manzanas), lo que corresponde al 25.11% del total de viviendas.

#### **4.6 Evaluación de daños en el distrito de Caraveli**

##### **4.6.1 Evaluación en Campo**

Para la evaluación de campo se utilizaron los formatos elaborados en el CISMID (ver Formatos 3.1, 3.2 y 3.3), de los cuales se emplearon un total de 102 para las 169 viviendas. De esto se pudo obtener un resumen con las características principales de cada una de las viviendas evaluadas, para lo cual se usó un cuarto formato (Formato 3.4).

A continuación se presenta el resumen de la evaluación en campo.





**TIPO DE MATERIAL**  
 A ADOBE  
 CL CONCRETO + LADRILLO  
 AP APORTICADO

**TIPO DE MATERIAL**  
 PB PIEDRAY BARRO  
 PC PIEDRAY CAL/CEMEN  
 CS C. CORRIDO SIREFUERZO  
 CC C. CORRIDO GIREFUERZO  
 Z ZAPATAS

**TIPO DE MATERIAL**  
 V VIVIENDA  
 N NEGOCIO  
 CO COLEGIO  
 OT OTROS

**TIPO DE MATERIAL**  
 H HORIZON  
 D DIAGONAL  
 I PERPEND.  
 X EN CRUZ

**TIPO DE VIGA Y COLUMNA**  
 V VIGA PERALTADAS  
 VCH VIGA CHATA  
 C VIGA COLLAR  
 VM VIGA DE MADERA  
 VA VIGA DE AMARRE  
 CC COLUMN-CONCRETO  
 CM COLUMN-MADERA

**TIPO DE FALDA**  
 M MADERA  
 Q CAÑA + TORTA DE BARRO  
 AF ALIGERADO FLEX  
 RM RIGIDA MACISA  
 RA RIGIDA ALIGERADA

**TIPO DE MUROS**  
 E EXTREMO  
 C CENTRO  
 T TODA LA CARA  
 S SUPERIOR  
 I INFERIOR

**TIPO DE MUROS**  
 BL BLOQUETA O LADRILLO  
 LA LADRILLO  
 C CABEZA  
 S SOGA  
 L CANTO  
 AN ADOBE (60 cm)  
 AN ADOBON (80cm)

**TIPO DE MUROS**  
 B BUENO  
 R REGULAR  
 M MALO  
 DIMEN DIMENSION  
 E ESPESOR(m)

**TIPO DE MUROS**  
 SD SIN DAÑO  
 L LEVE  
 S SEVERO  
 C COLAPSO

**TIPO DE MUROS**  
 F1 y F2 Referencias con respecto a la falla teniendo en cuenta el tipo de material y la importancia de la construcción  
 F1: No considerable  
 F2: Considerable

**TIPO DE MUROS**  
 1 REHABILITAR  
 2 DEMOLER  
 3 BUEN ESTADO

AÑOS DE LA EDIFICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE EDIFICACIÓN	Nº DE EDIF.	Nº DE PISOS	ALT DE EDIF.	AREA DE EDIF.	TIPO DE CIMENTAC.	DAÑO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES												DAÑO EN ELEM NO ESTRUCT ACES																	
								CIMENTA			ASENTAM			MUROS			FALLA EN VIGA			FALLA EN COLUMNA			TECHO			REVESTIM			DAÑOS								
LOT	B	R	M	S	I	Nº	TIPO	DIMEN	F-FALLA	L-FALLA	B	R	M	TIPO	FORMA	LUGAR	TIPO	E	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	S	D	SUG				
86	A	1	VN	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
89	A	1	VN	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
90	A	1	VN	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
91	A	1	VN	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
92	CBL	1	VN	1	2,50	2,50	CS	X	S	0,25			X	VM	SIN COBERTURA	Q	0,15																				
93	A	1	VN	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F1	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
94	CBL	1	V	1	2,90	2,90	CS	X	S	0,15	DF1	C	X	VCH																							
95	CL	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
96	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
97	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
98	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
99	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
100	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
101	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15			X	VCH																							
102	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
103	A	1	V	1	2,40	2,40	PB	X	A	0,40	ID.F1	E	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
104	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
105	CL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15	ID.F1	E	X	VCH																							
106	CL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15	ID.F1	E	X	VCH																							
107	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15	HF1	C	X	VCH																							
108	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F1	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,15			X																	
109	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
110	CBL	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,25			X	VCH																							
111	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
112	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
113	A	1	VNCH	1	3,10	3,10	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
114	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15			X	VCH																							
115	A	1	V	1	3,00	3,00	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	
116	A	1	V	1	2,00	2,00	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
117	A	1	V	1	3,10	3,10	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
118	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15			X	VCH																							
119	CL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15			X	VCH																							
120	A	1	V	1	2,50	2,50	PB	X	A	0,40	ID.F1	E	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
121	CBL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15	ID.F1	C	X	VCH																							
122	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	
123	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
124	A	1	V	1	3,00	3,00	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,14			X																	
125	CL	1	V	1	2,80	2,80	CS	X	S	0,15			X	VCH																							
126	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F1	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	
127	A	1	V	1	2,80	2,80	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	
128	A	1	V	1	2,00	2,00	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	
128	A	1	V	1	2,45	2,45	PB	X	A	0,40	ID.F2	EC	X	VM	CRUZADO	Q	0,13			X																	



**6.2.- Elaboración de cuadros y gráficos de resultados**

Apartir de los datos del formato resumen, formato utilizado para un mayor orden se han elaborado los siguientes cuadros y gráficos.

**Distrito** : Caraveli  
**Provincia** : Caraveli  
**Departamento**: Arequipa

**Tamaño de la Muestra obtenida en Campo**

**Nº de Manzanas:** 12  
**Nº de Viviendas :** 169

**Fecha de la Evaluación**

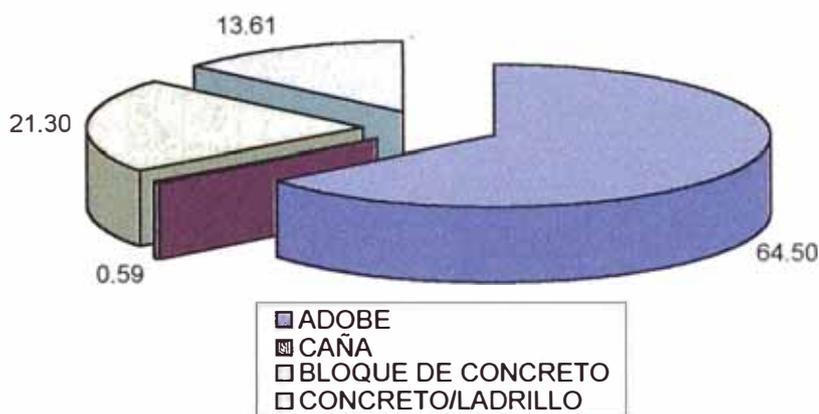
Octubre-2001

**Cuadro N° 4.1**

TIPO DE MATERIAL	CANT.	%
ADOBE	109	64.50
CAÑA	1	0.59
BLOQUE DE CONCRETO	36	21.30
CONCRETO/LADRILLO	23	13.61

**Gráfico N° 4.1**

Tipo de Material de Construcción



Porcentajes de viviendas de acuerdo al tipo de material de construcción

Cuadro N° 4.2

TIPO DE MATERIAL	CLASIF. DE DAÑOS DE LA EDIFICACION			CLASIF. DE DAÑOS DE LA EDIFICACION %			
	S/D	SEVERO	COLAPSO	S/D	LEVE	SEVERO	COLAPSO
ADOBE Y CAÑA	1	31	40	0.91	28.18	36.36	34.55
BLOQUE DE CONCRETO	18	4	0	50.00	38.89	11.11	0.00
CONCRETO/LADRILLO	13	8	2	56.52	34.78	8.70	0.00

Gráfico N° 4.2

Construcción de Adobe y Caña

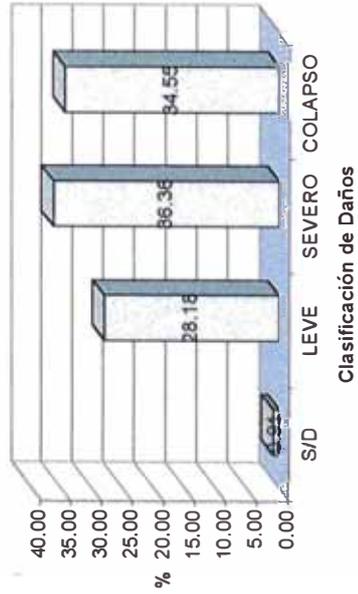


Gráfico N° 4.3

Construcción con Bloques de Concreto

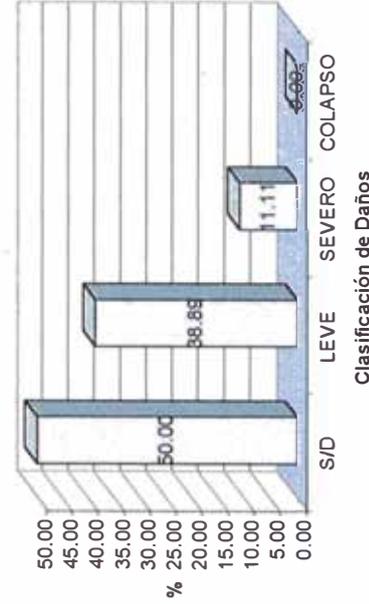
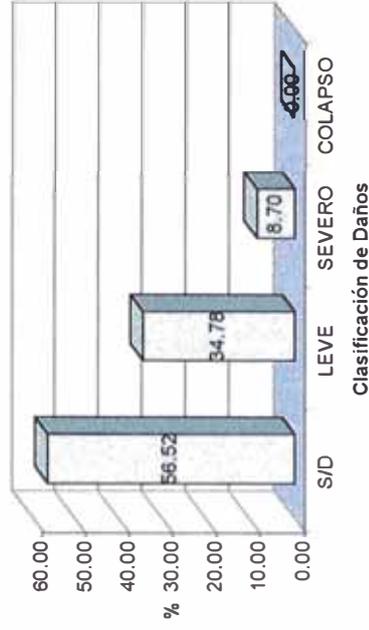


Gráfico N° 4.4

Construcción de Ladrillo con Concreto



Clasificación de daños de acuerdo al tipo de material en cantidad y en porcentaje de acuerdo a la muestra.

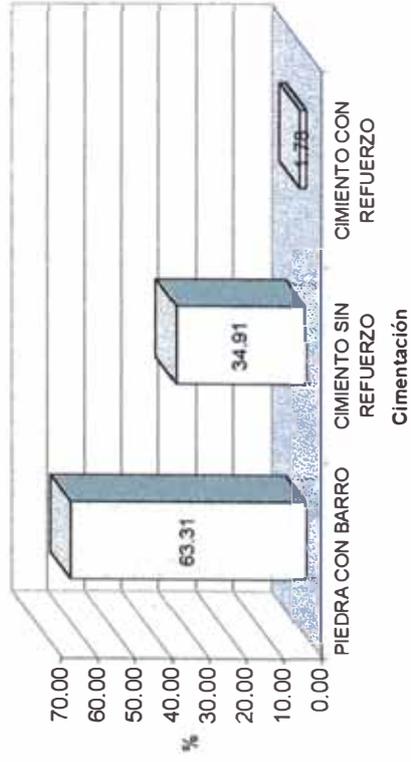
Cuadro N° 4.3

TIPO DE CIMENTACION	CANT.	%
PIEDRA CON BARRO	107	63.31
CIMIENTO SIN REFUERZO	59	34.91
CIMIENTO CON REFUERZO	3	1.78

En la Foto N° 6 se observa una cimentación de piedra más barro. Mayormente las viviendas antiguas son las que llevan este tipo de cimentación.

Gráfico N° 4.5

Tipos de Cimentación



Cuadro N° 4.4

TIPO DE CIMENTACION	ESTADO DE LA CIMENTACION		ESTADO DE LA CIMENTACION EN %															
	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR
PIEDRA CON BARRO	0	69	38	0.00	64.49	35.51												
CIMIENTO SIN REFUERZO	5	54	0	8.47	91.53	0.00												
CIMIENTO CON REFUERZO	3	0	0	100.00	0.00	0.00												

Gráfico N°4.6

Estado de la Cimentación (Piedra con Barro)

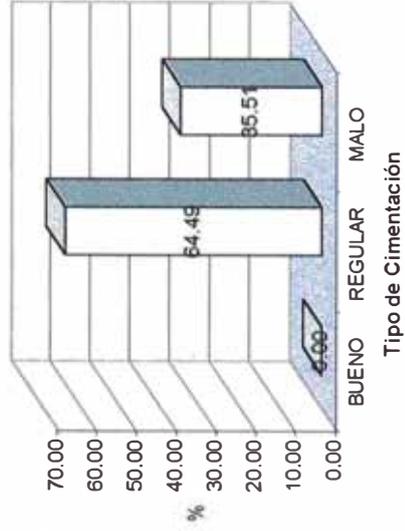


Gráfico N°4.7

Estado de la Cimentación (Cimiento sin Refuerzo)

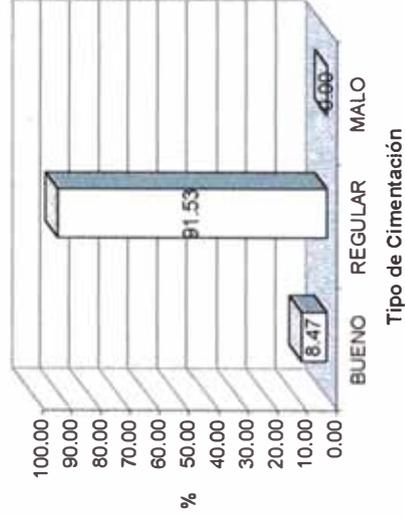
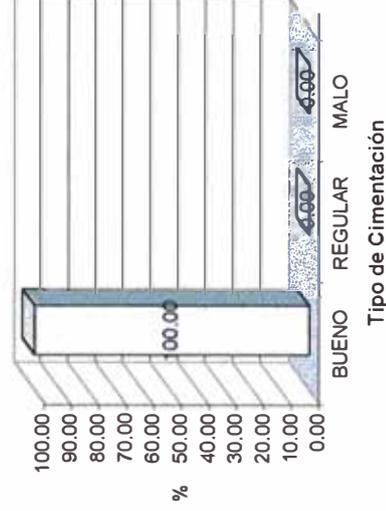


Gráfico N° 4.8

Estado de la Cimentación (Cimentación con Refuerzo)



Se observa los resultados del estado de conservación de la cimentación después de varios desastres naturales que ha pasado la Ciudad de Caraveli

Cuadro N° 4.5

TIPO DE MATERIAL	CLASES FISURAS EN MUROS			CLASES FISURAS EN MUROS EN %		
	F1	F2	S/F	F1	F2	S/F
ADOBE	28	80	1	25.69	73.39	0.92
CANA	0	1	0	0.00	100.00	0.00
BLOQUE DE CONCRETO	14	4	18	38.89	11.11	50.00
LADRILLO	9	14	0	39.13	60.87	0.00

F1 y F2  
Referencias con respecto a la falla  
teniendo en cuenta el tipo de material  
y la importancia de la construcción  
F1: No considerable  
F2: Considerable

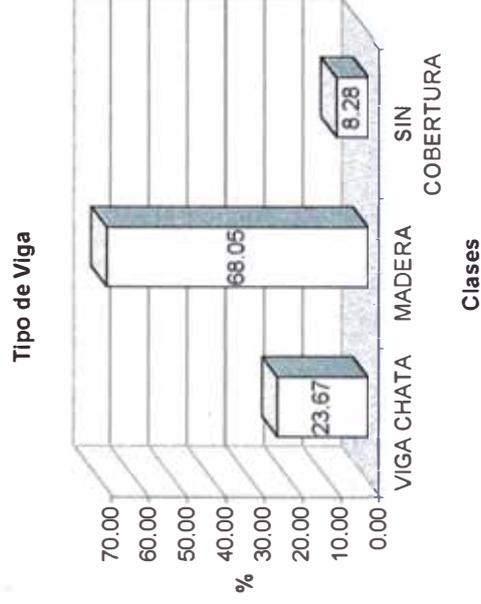
Cuadro N° 4.6

TIPO DE MATERIAL	ESTADO DEL MURO			ESTADO DEL MURO EN %		
	BUENO	REGULAR	MALO	BUENO	REGULAR	MALO
ADOBE	0	36	73	0.00	33.03	66.97
CANA	0	0	1	0.00	0.00	100.00
BLOQUE DE CONCRETO	21	14	1	58.33	38.89	2.78
LADRILLO	10	11	2	43.48	47.83	8.70

Cuadro N° 4.7

TIPO DE VIGA	CANT.	%
VIGA CHATA	40	23.67
MADERA	115	68.05
SIN COBERTURA	14	8.28

Gráfico 4.9



Con respecto al tipo de viga empleada, son utilizadas mayormente para la coronación de una construcción, descuidando muchas veces las luces que hay entre columnas.

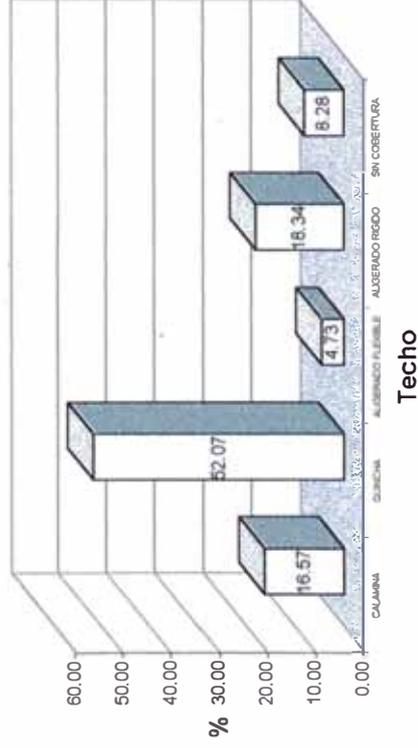
Dentro de la muestra no se encontró vivienda con viga aperaltada, sólo en la Municipalidad, los colegios y el centro de salud.

Cuadro N° 4.8

TIPO DE TECHO	CANT.	%
CALAMINA	28	16.57
QUINCHA	88	52.07
ALIGERADO FLEXIBLE	8	4.73
ALIGERADO RIGIDO	31	18.34
SIN COBERTURA	14	8.28

Gráfico N° 4.10

Tipo de Techo



Cuadro N° 4.9

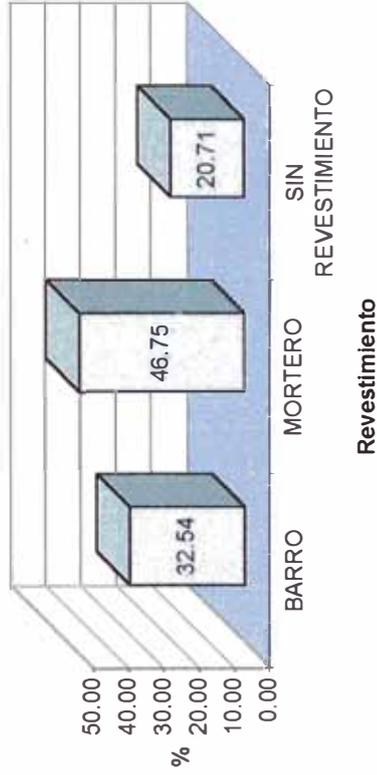
TIPO DE TECHO	ESTADO DEL MURO		ESTADO DEL MURO EN %			
	BUENO	REGULAR	MALO	BUENO	REGULAR	MALO
CALAMINA	11	7	2	55.00	35.00	10.00
QUINCHA	11	28	12	21.57	54.90	23.53
ALIGERADO FLEXIBLE	5	2	0	71.43	28.57	0.00
ALIGERADO RIGIDO	21	3	0	87.50	12.50	0.00

Cuadro N° 4.10

TIPO DE REVESTIMIENTO	CANT.	%
BARRO	55	32.54
MORTERO	79	46.75
SIN REVESTIMIENTO	35	20.71

Gráfico N°4.11

Tipo de Revestimiento



A causa de este ultimo terremoto en muchas viviendas se ha desprendido el revestimiento y/o se ha fisurado

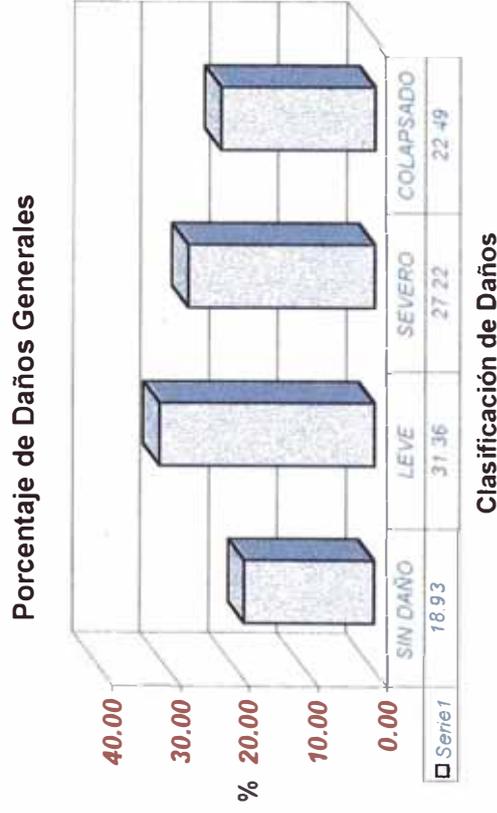
Cuadro N° 4.11

TIPO DE MATERIAL	ESTADO DEL REVESTIMIENTO			ESTADO DEL REVESTIMIENTO EN %		
	BUENO	REGULAR	MALO	BUENO	REGULAR	MALO
BARRO	0	7	48	0.00	12.73	87.27
MORTERO	26	35	18	32.91	44.30	22.78

Cuadro N° 4.12

CLASIFICACION DE DANO	CANT.	%
SIN DAÑO	32	18.93
LEVE	53	31.36
SEVERO	46	27.22
COLAPSADO	38	22.49

Gráfico N°4.12



Casi el 50% de las viviendas de encuentran inhabitable a causa de este último terremoto

## VISTAS FOTOGRAFICAS



FOTO N° 1.-

Deficiencia de amarre en esquinas, falta de arriostres, la construcción carece de viga de coronación



FOTO N° 2.-

Deficiencia de amarre en muros ortogonales, grietas formadas entre vanos y vano esquina. Altura de la construcción 3.40 m.

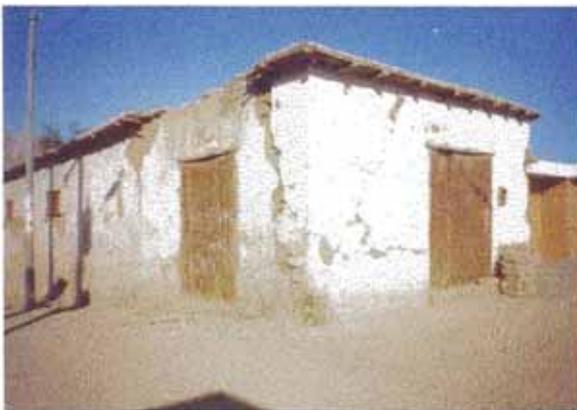


FOTO N° 3.-

Grietas formadas entre vanos y esquina, del mismo modo que la foto anterior carece de viga de coronación. Altura de la edificación 3.70m. Espesor de la grieta igual a 4cm



FOTO N° 4.-

Vivienda colapsada falta de arriostramiento en esquinas. Frente a una de las esquinas de la Plaza de Armas.

FOTO N° 5.-

Vivienda colapsada, cimentación de piedra más barro, espesor 40cm de las paredes, altura de la construcción 3.50m.



FOTO N°6

Vista más detallada de la cimentación anterior, ancho 55 cm. Por 50 cm de alto, tamaño promedio de piedra utiliza es de 8".



FOTO N° 7.-

Municipalidad, fisura en pared de ladrillo por falta de confinamiento, espesor de la fisura igual a 2mm.

# CAP. 5

## LINEAMIENTO DE RECONSTRUCCIÓN

### 5.1 Plan de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales

#### 5.1.1 Esquema Metodológico

El plan de prevención y mitigación de desastres naturales en la ciudad de Caravelí se centra principalmente en la proposición de medidas de prevención y/o mitigación de desastres aplicables a la ciudad de Caravelí.

No toda medida de prevención y mitigación debe ser implantada, solo aquellas cuyos beneficios excedan sus costos.

Una de las medidas más efectivas y prácticas, consiste en ubicar las construcciones donde los efectos de los terremotos, inundaciones, deslizamiento, etc. sean mínimos.

Una medida de relevada importancia es la zonificación, la cual presenta dos mapas principales entre otras, que son la microzonificación de peligros ó mapa de peligros y el mapa de usos del suelo.

Los tipos de medidas de prevención y mitigación de desastre están relacionados entre sí, lo que equivale a decir, a partir del mapa de peligros se



puede tener una visión más clara para los usos de suelos (planificación física de los usos urbanos) que es una medida muy importante contra los desastres naturales. [ 8 ]

### 5.1.2 Cultura de Prevención

Es muy importante que todos los Caravileños (y todos los peruanos) sepan que fenómenos naturales los amenazan y que deben hacer para protegerse así mismos y a sus propiedades. El cumplimiento de ese propósito se logra con la realización de campañas de información a la comunidad a través del municipio, colegios, grupos organizados de sectores y barrios. Los simulacros de desastres sirven no tanto como para que las personas sepan que hacer en uno real (la desesperación y el pánico es demasiado como para seguir cabalmente algunas reglas o normas), sino para concientizar a las personas que están propensas a sufrir algún daño y deben estar prevenidas.

El poblador Caravileño debe saber también normas sencillas de conducta, que le ayuden a protegerse de los fenómenos naturales que los amenazan dentro de las principales normas se pueden mencionar:

- ✓ Romper malos hábitos (negligencia, irresponsabilidad, insensibilidad).
- ✓ Preocuparse por él y los suyos en la prevención de desastres (sin esperar que las autoridades y entidades responsables les resuelvan todos sus problemas).
- ✓ No arrojar basura en los cauces del río.

Para que se cumplan estos objetivos, el trabajo debe ser sistemático y paulatino considerando prioridades.

#### **A Medidas Normativas e Institucionales**

Las instituciones como el Municipio deben hacer cumplir las normas para la prevención de desastres que en los acápite anteriores se han hecho mención y que en resumen son:

- ✓ Realizar campañas de información a la comunidad de los conceptos básicos de interpretación del mapa de peligros, en coordinación con instituciones colaboradoras.
- ✓ Declara la intangibilidad de las áreas de muy alto peligro que aún no han sido habitadas.

- ✓ Hacer cumplir los requerimientos de diseño sismo resistente de las edificaciones a construir, de acuerdo al mapa de peligros.

## **B Plan Operativo de Emergencia**

El plan de emergencia lo debe establecer el Sistema Nacional de Defensa Civil, para la prevención y atención de desastres, que a su vez debe ser obtenido por el Municipio.

El plan de emergencia debe contar en primer lugar, con la identificación y localización de las amenazas naturales (mapa de peligros, obtener un estudio de vulnerabilidad y consecuentemente el mapa de riesgos, que permitirá elaborar un mapa de áreas de evacuación y zonas críticas en casos de desastres en la referida zona.

El Municipio y las entidades que se responsabilicen, deben explicar con claridad el grado de protección planificado, además preparar comisiones formalizadas con la designación de responsables para los casos de emergencia.

## **C Planes de Evacuación**

Los planes de evacuación refieren a las actividades de las autoridades que se resumen principalmente en:

- ✓ Demarcar rutas de evacuación a nivel urbano. Los centros de servicios públicos, colegios, asilos y demás locales que albergan gran cantidad de personas, deben tener sus planes de evacuación. Debidamente ordenadas.
- ✓ Asegurar provisiones de emergencia, alimentos, medicina y lo más importante el agua, entre otros, para el abastecimiento de los damnificados.
- ✓ Mantener los Centros de Salud operativos.
- ✓ Establecer una red de comunicaciones que funcione en tiempo de emergencia.
- ✓ Establecimiento de lugares apropiados de refugio, como el Estadio.

En consecuencia se debe tener bien definido el proceso de actividades gubernamentales antes, durante y después de un evento catastrófico. [ 8 ]



### 5.1.3 Mejores Alternativas

El problema de los desastres es muy complejo y debe tratarse con un enfoque integral, tiene importancia el análisis de las diversas medidas de prevención y/o mitigación posible y de la forma que cada uno de ellos contribuye a la solución de los problemas de desastres naturales.

En los antecedentes e historia de los desastres en la ciudad de Caravelí comprobar que las medidas de prevención y/o mitigación en forma aislada no cubrían las expectativas, actualmente existe conciencia en que la solución está conformada por una combinación de diversas medidas entre las cuales se han hecho mención en los acápite anteriores.

Todas las medidas consideradas han sido de acuerdo al resultado del análisis de las características del área de estudio y de las condiciones de su población, de las cuales se sugiere la aplicación de las mismas que sería una pequeña parte del plan, integral de prevención y mitigación de desastres naturales en la ciudad de Caravelí que refiere muchos temas de interés para la prevención y mitigación de desastres y el desarrollo sostenible de la ciudad. [ 8 ]

## 5.2 Fortalecimiento en el Ambito de Infraestructura Vial

La Carretera de Atico a Caravelí consta de 77 km a nivel de afirmado.

El trazo de esta carretera pasa por varias quebradas entre grandes y pequeñas, por ríos secos que se activan en cada venida del fenómeno El Niño, inundando varios tramos y algunas impidiendo el paso por esta vía. Pues todo esto se debe a que la ciudad de Caravelí se encuentra en un valle rodeado de cerros de distintas características, fallas y deslizamientos debido a sismos, a su propia formación y talud de esta. Tipo de material que se puede ver es el conglomerado, rocas fracturas, arenisca, limos y arcilla, etc. La carretera conformada por varios tramos rectos, medianamente ondulada y sinuoidal.

Esta carretera carece de obras de arte, en todo el trayecto se pudo observar 3 a 4 alcantarillas de piedra y 2 badenes de tierra.

Las localidades más cercanos a la ciudad de Caravelí son Iquipi, Arasqui, Andaray, Yanaquihua, Chuquibamba, pero no existe comunicación del distrito Caravelí a ellos, debido a que todos los caminos están inconcluso, tan solo existe unos cuantos km de



trocha carrozable, y el resto son proyectos que han quedado pendiente por el ministerio.

### Alternativas de Solución

- Tratar de mejorar el trazo sobre todo en las zonas por donde se cruza las quebradas y ríos secos, en donde se tendrá que considerar alcantarillas, badenes, pontones y puentes; ya que en épocas de lluvias o de fenómenos del Niño se puedan evitar inundaciones, deslizamientos que afecten a esta importante vía.

- En algunos tramos tales como:

Km	22 + 500	Al	23 + 000	1.00 m
Km	26 + 000	Al	32 + 000	1.00 m
Km	33 + 000	Al	34 + 000	1.00 m
Km	37 + 400	Al	37 + 700	1.00 m
Km	42 + 000	Al	43 + 000	0.50 m
Km	73 + 000	Al	77 + 000	1.00 m

### AUMENTO DE LA SUB-RASANTE

Se levantara la Sub-Rasante por problemas de inundación.

- Los deslizamientos ocasionados por el sismo, por el tipo de formación, talud y alturas de estos; de mayor incidencia son los tramos: km 25 + 000 Al 26 + 000 km 48 + 000 Al 50 + 000
  - Se puede mejorar, realizando banquetes a taludes que tengan una altura superior a los 7 m.
  - Colocación de muros de contención de mampostería y de concreto armado.
  - Estabilización con geosintéticos.
- Las pequeñas fallas paralelas a la carretera o desmoronamiento de la plataforma producidos por el sismo se localizan a la altura de km 52 + 00, estas pueden ser superadas de la siguiente manera:
  - Ensanchamiento de la plataforma, metiendo el trazo hacia el talud o
  - Colocando muro de contención.

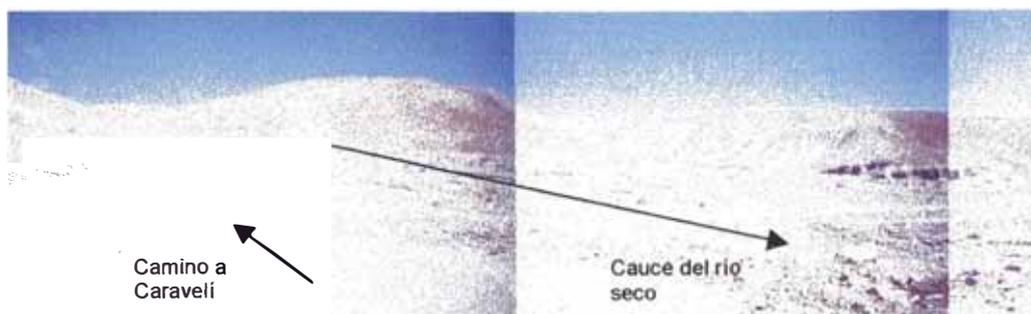


FOTO N° 8.- Carretera Atico – Caravelí. tramo que cruza el cause de un río seco; a la altura del km 42+500.

**El Abra** de la carretera se encuentra a la altura del km 61 + 900 y en el km 70 + 600 se encuentra una mina.

El ancho de la carretera varia desde los 4 m. a 8.5 m.

### 5.3 Fortalecimientos en el Ambito de Obras Hidráulicas

Existen varios canales en el distrito de Caravelí y son:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| - Canal Collona  | - Canal Anchaqui |
| - Canal Macha    | - Canal Chuñuño  |
| - Canal Huiscore | - Canal Huarca   |
| - Canal Chirisco | - Canal Trapiche |

Todos estos provenientes de quebradas del mismo nombre

Entre ellos son 2 los Canales principales y son: Machas de 4 km de longitud, con un caudal de  $180 \text{ m}^3/\text{seg}$ . y el de Chuñuño de 5 km de longitud, con un caudal de  $160 \text{ m}^3/\text{seg}$ ., proveniente de ojos de agua, los cuales se han venido construyendo hasta hace un año y medio atrás, con apoyo de Foncodes y recursos propios de los agricultores.

[ 5 ]

Ambos canales son de concreto armado y de sección trapezoidal ( $B=0.90\text{m}$ ,  $b= 0.50\text{m}$ ,  $h=0.60\text{m}$ ).

- A raíz del sismo ocurrido el pasado 23 de junio y a las replicas que han ido ocurriendo constantemente durante los meses posteriores, estos canales se han visto severamente dañados perjudicando a varias hectáreas de zonas agrícolas y en parte a la minicentral hidroeléctrica que se abastece de agua de chuñuño.

**Alternativa de Solución**

Rehabilitar 250 ml. de zonas de daños severos, considerar paños de 3 m. con juntas de dilatación, utilizar f'c de 140 kg/cm<sup>2</sup>.



FOTO N° 9.-  
Ojo de agua de  
la quebrada de  
Chuñuño, a 5km  
de la Minicentral  
Hidroeléctrica.

- También a consecuencia de este sismo el Canal de Trapiche de sección rectangular (0.50m. x 0.60m.), se vio afectado principalmente por los deslizamientos de material rocoso en una longitud de 150 m. en el tramo que alimenta a la bocatoma, esto ha provocado la destrucción de algunos sectores del canal así como la obstrucción del mismo por consiguiente el agua que transportaba hacia la bocatoma se desvía al río Caravelí.

**Alternativa de Solución**

- Limpiar el cajón del canal de piedra y arena 150 ml.
- Revestimiento del canal en 50 ml. de canal con material de concreto.

El objetivo es permitir el paso del agua para riego de cultivo, disminuir la filtración del agua y evitar la erosión de la infraestructura.

El Canal de Collona, ha sufrido resquebrajadura y rupturas.

**Alternativa de Solución**

- Reconstruir 2000 ml. del canal de concreto de 90 x 90 x 60. con un concreto de f'c 140 kg/cm<sup>2</sup>.

El objetivo es eliminar las filtraciones, evitar la erosión de la infraestructura de riego.

A continuación se presenta un cuadro general con los canales de las zonas de Caravelí, longitudinal de daños, descripción de desastres y otros.

**DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE DESASTRES OCURRIDOS POR EL SISMO EN LA PROVINCIA DE CARAVELI**

N°	Nombre de Obra	Distrito	Comisión de Regantes	Longitud Dañada (m.)	Bocatoma de		Area Afectadas (has)	Cultivos a Perder	Propietarios	
					Defensa	Descripción de Daños			Danmif.	Requerimientos
1	Canal Collona	Caraveli	Caraveli	2000	Collona		300.00	Papa, Alfalfa, otros	150	Reconstrucción
2	Canal Anchaqui	Caraveli	Caraveli	300	Anchaqui	Deslizamiento de Cerros causando la colmatación y enterramiento total y parcial de los canales.	76.00	Papa, Alfalfa, otros	87	Reconstrucción
3	Canal Machas	Caraveli	Machas	250	Macha		50.42	Papa, Alfalfa, otros	53	Reconstrucción
4	Canal Huiscore	Caraveli	Caraveli	500	Huiscore		35.00	Papa, Alfalfa, otros	25	Reconstrucción
5	Canal Chirisco	Caraveli	Caraveli	400	Chirisco		30.00	Papa, Alfalfa, otros	15	Reconstrucción
6	Canal La Huarca	Caraveli	Caraveli	800	La Huarca		45.00	Papa, Alfalfa, otros	20	Reconstrucción

Fuente: Ministerio de Agricultura - Arequipa

Un problema muy importante, es la inundación que se produce en la ciudad de Caravelí; a causa del desbordamiento del río La Yesera, épocas de lluvias, éste se abre paso por la calle principal que es la de 2 de Mayo, a su vez este se empieza a bifurcarse entre las calles paralelas a ella, hasta llegar a la altura de la calle Ramón Castilla, en donde ya no existe desnivel o pendiente para que continúe su camino las agua del río; afectando no sólo viviendas sino varias hectarias de cultivo.

La sección del cauce del río es de  $h = 1.80$   $B = 12m$   $b = 8$  aproximadamente.

### Alternativa de Solución

#### Encauzamiento del Río

Se debe revestir de concreto por lo menos 200 m aguas arriba y aguas abajo del punto crítico que es la entrada a la ciudad ó

Se deberá realizar un enrocado afianzado con gaviones por lo menos unos 200 m aguas arriba y aguas abajo con respecto a la zona vulnerable (entrada a Caravelí).

En el punto crítico se deberá construir un pontón de concreto Armado de 13m de luz.

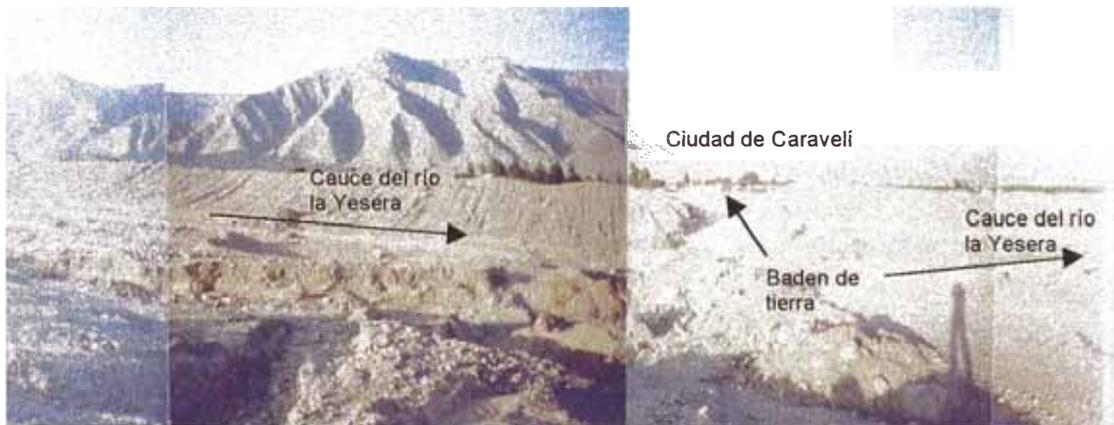


FOTO N° 10.- Río seco La Yesera, que cruza la entrada al distrito de Caravelí, que se activa en épocas de lluvias y ocasionando daños a la población.

- Otro problema está relacionado también a la inundación, es el canal de concreto que pasa por debajo de varias propiedades, este proviene de la quebrada de Chuñuño y afecta a estas viviendas y otras aledañas en épocas del fenómeno del Niño.

### **Alternativa de Solución**

Considerar una cobertura de concreto para el canal y en puntos específicos colocar tapas de desagües o desfogue.

### **5.4 Fortalecimiento en el Ambito Agrícola**

Actualmente existen 720 Has de cultivo, entre pan llevar, alfalfa y frutales, y 45 Ha de viñedos.

El 70% de los agricultores tiene título de sus tierras, pero el 100% está empadronado por la Agencia Agrícola de Caravelí.

#### **Alfalfa:**

- Se producen semillas de alfalfa, los cuales son destinados en gran proporción al Proyecto Majes.
- Provee de alfalfa a algunas provincias del departamento de Arequipa
- Lo que no se comercializa queda para alimentar al ganado lechero de Caravelí
- El costo de un Quintal de Semilla de Alfalfa depende de la temporada y fluctua entre 350 y 700 soles.
- La Familia Negrillos comercializan las semillas en sacos de 25 kg, su comercio ha llegado hasta el departamento de Cajamarca.

#### **Cultivos en la zona:**

##### **Pan Llevar:**

- Sólo para el consumo local, se produce:
  - Papa
  - Trigo
  - Maíz
  - Hortalizas

##### **Frutales:**

- Se cultiva:
  - Palta
  - Pera
  - Higueras
  - Limones
  - Uvas
  - Chirimoya
  - Huayaba
  - Nisperos
  - Naranjas



**Vid:**

- Caravelí es famoso por sus vinos y piscos.
- Actualmente existen unas 45 Ha de cultivo.
- Hay entre 8 y 10 bodegas operativas
- El vino que se produce es destinado a los poblados de:
  - Chala
  - Yauca
  - Lomas
  - Bella Unión
  - Camaná
  - Cora Cora
  - Caravelí

para su comercialización.

Hay apoyo de la ONG DESCO para ampliar las áreas de cultivo de 300 Ha hasta 500 Ha, teniendo el distrito un potencial de 1000 Ha cultivables según el Presidente de la Comisión de Regantes de Chuñuño Pueblo, Sr. Leoncio García. [ 30 ]

**Alternativa de Solución**

1. Distribución de Agua:

No existe un riego tecnificado, el riego que se realiza para irrigar las tierras es un sistema antiguo (de mitas), es decir, el riego se realiza por turnos, inundando primero las tierras que se encuentran más arriba y luego las de más abajo; regando incluso en horas de madrugada.

Esto se podría mejorar con un riego tecnificado, se ahorraría agua y se incrementarían las áreas de cultivo.

2. Reconstrucción de los canales de regadío:

- El Canal de Chuñuño de 5 Km
- El Canal de Macha de 4 Km

Otros expuestos anteriormente.

3. Apoyo económico para reactivar las plantaciones de Frutales y Vid

Proyectos:

1. Plantaciones de Vid
2. Plantaciones de Lúcumá

3. Plantaciones de Chirimoya
4. Plantaciones de Limones
5. Riego Tecnificado:
  - a. Sistema de Riego por Goteo
  - b. Sistema de Riego por Aspersión:
    - Alfalfa
    - Papa
    - Maíz
    - Trigo

También a causa del sismo fue afectados los campos de cultivo ocasionando caídas de cercos perimétricos y andenes de los predios de cultivos en el distrito.

El objetivo es el levantamiento (reconstrucción de cercos) con fines de asegurar las cosechas.

Reconstrucción de andenes caídos para evitar la erosión por agua de riego.

#### **Alternativa de Solución:**

Reconstruir 2000 ml de cercos perimétricos de los campos de cultivos.

Reconstruir 200 ml de andenes.



FOTO N° 11.-  
Quebrada de  
Machas,  
Conducción del  
agua a las zonas  
de cultivo.

## **5.5 Fortalecimiento en el Ambito de Edificaciones**

### **5.5.1 Características del suelo y su importancia**

Predomina el suelo aluvional, gravas, corrientes de lodo, depósitos de limos, arcillas, conglomerados deleznales y concreciones calcáreas.

El suelo de Caravelí, formado por huaycos, y se demuestra con excavaciones hechas, en donde se encuentra material canto rodado, rocas de 1.00m de diámetro, y más al fondo arena limo-arcillosa entre (1.00 – 2.00) de profundidad, existe presencia de materia orgánica en casi todos los estratos.

La capacidad portante del suelo varía entre los (0.80 kg/cm<sup>2</sup> a 2.00kg/cm<sup>2</sup>) de acuerdo a zonas especificadas en el mapa (Cap. 2.0 ver PS-01) información obtenida en campo y de INFES, que han realizado estudio de suelos en los centros educativos de la ciudad.

Es importante tener en cuenta que el suelo de Caravelí es muy variable y se recomienda antes de construir:

- Realizar por lo menos dos excavaciones de 2.5m de profundidad en las zonas a cimentar, con el objetivo de conocer el tipo de suelo y tomar las precauciones del caso al momento de construir.
- No considerar el material canto rodado extraído de una excavación como material estable, ya que la estabilidad del suelo lo conformará la presencia de finos (arena limo-arcillosa).
- Si la presencia de finos es abundante requerir ayuda técnica a la Municipalidad de la ciudad.

### 5.5.2 Tipos de Edificaciones Recomendadas

El tipo de construcción depende principalmente el costo y en menor grado del tradicionalismo. La diferencia el costo entre una vivienda de madera y material tradicional es pequeña, por la cual se debe considerar este aspecto en la elección de los tipos de construcciones que se requieran para determinados sectores que se recomiendan.

#### a Edificaciones de Madera y Quincha

Estas edificaciones por ser livianas tienen buen comportamiento sísmorresistente, se recomienda como primera alternativa de construcción o de reconstrucción en las zonas de alto peligro en las cuales no tengan contacto con el agua, porque si se someten a periodos largos de humedad ésta se debilita.

Para la realización de construcciones masivas, sería recomendable utilizar el sistema modular de quincha prefabricada,



sistema que facilita la producción en serie, paneles con un apropiado control de calidad.

**b Edificaciones de Ladrillo y Concreto**

En la ciudad de Caravelí, el 35% de viviendas son ladrillo /concreto y de bloquetas/ concreto; se vienen realizando hasta la fecha después del desastres construcciones de este tipo.

Para este tipo de construcciones se recomienda:

- Se cumple con el Reglamento Nacional de Construcción.
- Tener en cuenta el Mapa de Peligros (Cap.2.0-ver PS-01 y PP-01).
- Se sugiere, solicite investigación a detalle de las características y capacidad portante del suelo donde se va a construir, dado que por investigaciones sísmicas es un suelo no muy confiable.
- Ya que el suelo de la ciudad de Caravelí no es muy confiable y su capacidad portante no supera los 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, se recomienda que las zapatas estén conectados por vigas armadas de cimentación en caso que se produzca asentamiento alguno.
- No considerar piedra mayor de 3/4" para las obras de concreto armado.
- La excavación mínima para zapatas será de 0.80m, dependiendo del número de pisos a construir.
- No considerar paños largos sin confinamiento.
- Lavar la arena fina antes de tarrajear ya con el tiempo se producirá pequeñas fisuras en este.
- Tanto los planos de Arquitectura, Estructura, Instalaciones Eléctricas y Sanitaria deberán ser firmados por un profesional responsable donde figure su N° de colegiatura.

FOTO N° 12.-  
Nuevas  
construcciones con  
ladrillo y concreto,  
con cimentación  
reforzada,  
confinamiento de  
paredes.

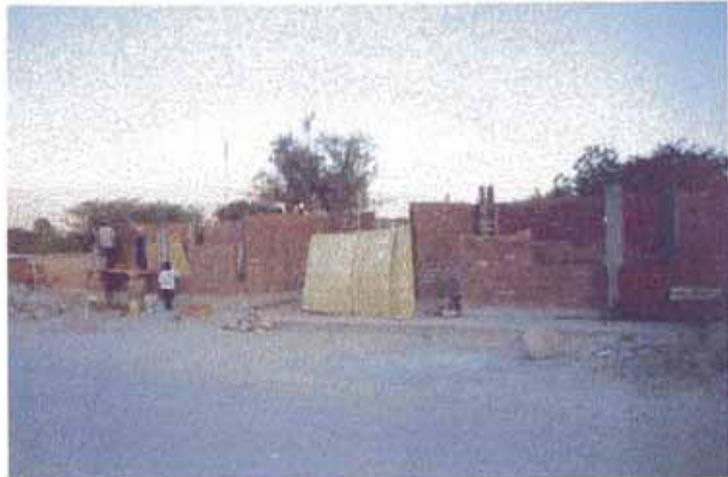


FOTO N°13.-  
Nuevas  
construcciones  
con bloque  
de concreto,  
cimentación  
reforzada con  
vigas,  
confinamiento de  
paredes.

### **c Edificaciones de Adobe**

Las edificaciones con adobe son las más vulnerables frente a los sismos e inundaciones, por su costo es uno de los materiales más usados en el Perú; en la ciudad de Caravelí el 64.5% de las construcciones son de este material. Recomendaciones que se debe tener para las construcciones futuras:

- Tener en cuenta para su construcción el Mapa de Peligros (Cap.2.0- ver PS-01 y PP-01).
- Las dimensiones de los adobes deben ser de 40cm x 40cm x 8cm.
- La tierra para fabricar adobes debe estar formada por 25 a 45 % de limo y arcilla y el resto arena. La proporción máxima de arcilla será del 15 al 17%.

- La tierra no puede ser de cultivo. La tierra se puede identificar:
  - Tierra con materia orgánica: color negrusco
  - Tierra salitrosa color blanquecino y sabor salado.
- No debe carecer de arena si no se rajan.
- Remover la tierra, retirar las piedras grandes y agregar agua hasta que se forme barro, luego de dormirlo por 2 días se agrega paja al barro para que el adobe no se raje.
- Los adobes se rajan con el sol, por eso se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos los dos primeros días.
- Un buen adobe, apoyado a 5cm del borde de otros dos adobes, debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto. Se debe hacer esta prueba por lo menos cada 50 adobes que se fabriquen.
- La zanja debe tener como mínimo 60cm de profundidad 50 de ancho.
- Se llenará hasta una altura de 50cm, con piedra grande y una mezcla de cemento hormigón (1:10), para luego colocar el sobrecimiento en él.
- Las juntas horizontales y verticales serán de 2.5cm.
- El barro para unir los adobes debe tener paja cortada aprox. 5cm de largo.
- En los encuentros de los muros se considerará caña, cruzándolas en ambas direcciones, esto servirá de arriostre en las esquinas, que son los puntos más vulnerables, esto se realizará cada hilada de adobe. [ 18 ]



FOTO N°14.-  
Cimentación de  
concreto ciclópeo  
adecuada para la  
construcción de  
vivienda de adobe.

## 5.6 Otras Líneas Vitales Agua y Electricidad

### **Abastecimiento de Agua**

El abastecimiento de Agua Potable está a cargo de SEDAPAR.

SEDAPAR tiene registrado 843 casas con conexión de agua potable y 700 casas con servicio de desagüe, la diferencia entre estos dos, la cual es de 143 casas que no tienen desagüe, utilizan silos.

El abastecimiento de agua potable se realiza a través de 2 reservorios:

- El Reservorio N°1 de 240 m<sup>3</sup>
- El Reservorio N°2 de 360 m<sup>3</sup>

Los cuales tienen sus propias plantas de tratamiento.

El agua que se almacena en estos reservorios provienen de la quebrada de Chuñuño.

El agua llega a los hogares sólo durante 3 horas al día, ya que en esta zona el agua es muy escasa.

Por reglamentación de la Sunass, ésta agua se clorifica, llegando a tener una concentración de 0.6 g/l de cloro.

El agua proviene de los Ojos de Agua, desde donde por gravedad van hasta los reservorios para ser abastecidos.

Las tarifas que se cobran son *Tarifas Planas*:

- Tarifa mensual para agua potable c/desagüe – S/. 8.52 y (sin desagüe) – S/. 6.81

Existen dos Lagunas de Oxidación, construidas hace 4 años.

### **Abastecimiento de Electricidad**

Este servicio está a cargo de SEAL, la cual administra la Central Hidroeléctrica de Chuñuño y la Central Térmica de Caravelí.

La Central Hidroeléctrica de Chuñuño genera una potencia de 95 Kw., contando solamente con una turbina.

La Central Térmica de Caravelí genera una potencia de 85 Kw., la cual se pone en funcionamiento sólo en las horas punta, dependiendo éstas de la demanda de energía eléctrica de la población, por lo general los motores se encienden por un lapso de 6 a 7 horas.

La población se queja de que el costo de la electricidad es muy elevado, SEAL explica que esto es debido al costo del petróleo que se utiliza para hacer funcionar los motores de la Central Térmica.

El petróleo es traído desde Mollendo; se hace a pedido de acuerdo a los requerimientos de la Central, generalmente se abastecen cada 3 o 4 semanas con 1 200 galones de petróleo.

El precio de la energía eléctrica es de 0.40 soles por Kw. + el IGV y Mantenimiento, elevando el precio, según Luis Rojas administrador de SEDAPAR, hasta 3.00 nuevos soles.

En el recorrido que se realizó al Ojo de Agua, el canal de derivación a la Central se encuentra dañado en pequeños tramos.

Existe bastante pérdida de agua proveniente de este lugar, la cual debería ser canalizada ya sea para la generación de más energía eléctrica y/o las áreas agrícolas.

[ 30 ]

FOTO N° 15.-  
Bocatoma  
perteneiente a  
la Minicentral  
Hidroeléctrica.



# **CAP. 6**

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA  
MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE CARAVELÍ**

6.1

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

### MUNICIPALIDAD



---

<b>DISTRITO</b>	CARAVELI
<b>PROVINCIA</b>	CARAVELI
<b>DEPARTAMENTO</b>	AREQUIPA
<b>SOLICITADO POR</b>	LA MUNICIPALIDAD

**JULIO, 2002**

### 6.1.1 Generalidades

#### **A Objetivo**

El trabajo de Levantamiento Topográfico tiene como objetivo conocer la topografía del terreno y realizar el replanteo de la infraestructura de la Municipalidad de la Ciudad de Caravelí, como parte de los estudios básicos, del expediente técnico a elaborar para la reconstrucción de la Municipalidad.

#### **B Ubicación de la Obra**

La Municipalidad se encuentra ubicada frente a la Plaza de Armas de la Ciudad y entre las intersecciones de las calles Félix Andia s/n, en el Distrito Caravelí, Provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa.

#### **Coordenadas**

<b>Coordenada Norte (UTM)</b>	:	8 255 600 N
<b>Coordenada Este (UTM)</b>	:	674 900 E
<b>Latitud</b>	:	15° 46' 08"
<b>Longitud</b>	:	73° 21' 50"

#### **C Linderos y Medidas Perimétricas**

El perímetro de la Municipalidad es de forma rectangular cuenta con cerco perimétrico de adobe teniendo los siguientes límites:

- Por el **NOR - OESTE**: con la Parroquia en un tramo recto de 31.61 m.
- Por el **NOR - ESTE**: con la calle Félix Andia en un tramo rectos 21.55 m.
- Por el **SUR - OESTE**: con Propiedad de terceros en un tramo recto de 19.05 m.
- Por el **SUR - ESTE**: con la calle Dos de Mayo con un tramo rectos 34.10 m.

El área del terreno es de **671.625 m<sup>2</sup>** y un perímetro de **106.31 m**.

### 6.1.2 Topografía

El área del terreno donde se encuentra la Municipalidad presenta un relieve variable con pendiente moderada en ascenso hacia el Sur-Oeste. Existen dos pabellones, ambos de dos pisos, construidos de material de concreto y ladrillo.

El trabajo se realizó de la siguiente manera:

- El sistema de apoyo empleado ha sido una poligonal cerrada de 4 vértices (A, B, C y D), con control horizontal y vertical.
- El B.M. está pintado con esmalte blanco, en la esquina de la Municipalidad, se ha considerado una cota de 1779.21 m.s.n.m. controlado por altímetro.

Se utilizó el siguiente equipo para el Levantamiento Topográfico:

- 1 Teodolito
- 2 Miras
- 1 Wincha de 30 m. y de 7m
- 1 Nivel
- 1 Brújula

### 6.1.3 Infraestructura Existente

#### **A Edificaciones**

La Municipalidad está conformada por dos pabellones de aproximadamente 30 años de antigüedad; construidas en un área de 314.41m<sup>2</sup>. La edificación está constituida de muros de ladrillo, columna, vigas y losa aligerada de concreto armado; es una estructura aporticada. Las dos edificaciones se encuentran uno al lado de la otra, entre ambas no existe una debida junta de separación sísmica, según las Normas Sismoresistentes; el sentido de las vigas principales es diferente en ambas edificaciones.

El 70% de los muros de tabiquería se encuentra en mal estado, mientras que en algunas columnas se han encontrado pequeñas fisuras superficiales (en el recubrimiento), no considerables.

Las vigas, el piso y losas aligeradas se encuentran en buen estado, no se han presentado ninguna clase de fisura menor.

Los vidrios de algunas ventanas se encuentran rotos, el tarrajeo se ha desprendido en varias partes y los accesorios no han sufrido mucho daño.

#### **B Abastecimiento de Agua**

La Municipalidad cuenta con dos tanques, los cuales abastecen de agua potable las 24 horas, considerando que existe racionamiento en la zona, el ingreso del agua es por la calle Dos de Mayo.



**C Red de Desagüe**

La Municipalidad cuenta con instalaciones de desagüe conectadas directamente a la red principal, la salida de esta es por la calle Dos de Mayo. No presenta daños.

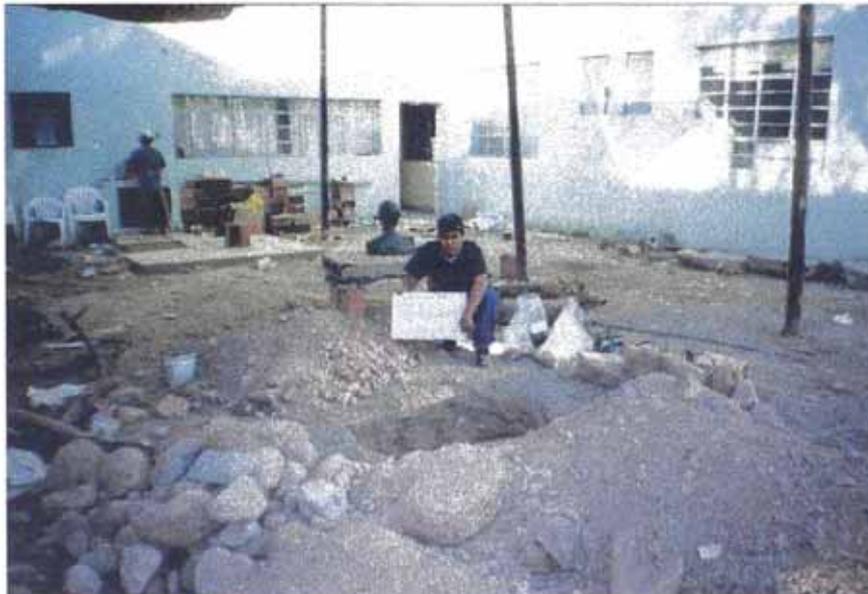
**D Electrificación**

La Municipalidad cuenta con energía eléctrica las 24 horas del día. No sé a producido ningún corto circuito en las instalaciones de la Municipalidad, todo el servicio se encuentra en buen estado.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

---

### MUNICIPALIDAD



---

<b>DISTRITO</b>	<b>CARAVELI</b>
<b>PROVINCIA</b>	<b>CARAVELI</b>
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>AREQUIPA</b>
<b>SOLICITADO POR</b>	<b>LA MUNICIPALIDAD</b>

**JULIO, 2002**

---

## 6.2.1 Generalidades

### 6.2.1.1 Objetivo

El presente informe técnico, corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación y verificación de la cimentación actual de la **MUNICIPALIDAD**, para su reconstrucción.

### 6.2.1.2 Acceso al Area en Estudio

De Atico se toma el desvio terrestre que va a Caravelí; estos se toman en el cruce de la Panamericana Sur altura del km 701+000 y de la carretera Atico – Caravelí, de donde empieza el km 0+000 y llega hasta el km 77+000, dicho tramo se encuentra afirmada; el costo del pasaje es de S/. 8.00 a S/. 9.00 (camionetas y colectivos), la duración del viaje es de 2 hora 50 min., hay ómnibus interprovinciales que van desde Lima a Caravelí, sólo los domingos y el costo del pasaje es de S/. 35.00.

### 6.2.1.3 Condición Climática

La temperatura media anual es superior a 20.6°C, siendo la máxima de 30.4°C en Mayo y la mínima de 10.8°C entre los meses de Abril a Agosto con humedad. Tiene lluvias escasas.

## 6.2.2 Geología y Sismicidad

### 6.2.2.1 Geología

Predomina el suelo aluvional, grava, corrientes de lodo, depósitos de limo, arcillas, conglomerados deleznable y concreciones calcáreas.

**Geomorfología.-** La secuencia estratigráfica observada en el valle de Caravelí incluye rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

La formación más antigua está constituida por rocas posiblemente de edad paleozoica y aunque ocupan una extensión relativamente pequeña en el área afloran en muchos lugares de la costa y se consideran del complejo basal del Sur del Perú.

#### 6.2.2.2 Geodinámica Externa

Durante los trabajos de campo efectuados se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos al Nor – Este de la Ciudad. [ 19 ]

#### 6.2.2.3 Sismicidad

Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor ó menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos que las Normas Sismo - Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, divide al país en tres zonas:

**Zona 1.-** Comprende la Ciudad de Iquitos, y parte del Departamento de Iquitos, parte del Departamento de Ucayali y Madre de Dios; en esta región la sismicidad es baja.

**Zona 2.-** En esta zona la sismicidad es media. Comprende el resto de la región de la selva, Puno, Madre de Dios, y parte del Cusco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

**Zona 3.-** Es la zona de más alta sismicidad. Comprende toda la costa peruana, de Tumbes a Tacna, la sierra norte y central, así como, parte de ceja de selva; es la zona más afectada por los fenómenos telúricos.

La ciudad en estudio, se encuentra en la **Zona 3**, de alta Sismicidad. A pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que hayan influido en la estructura geológica de la zona.

#### **A Parámetros de Diseño Sismo Resistente**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones y a la Norma Técnica de Edificación E-030-Diseño Sismo Resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de Zona \_\_\_\_\_  $Z = 0.4$  (\*\*)

(b) Condiciones Geotecnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S3, que corresponde a unos suelos intermedios.

(c) Periodo de Vibración del Suelo \_\_\_\_\_  $T_0 = 0.9$  seg

(d) Factor de Amplificación del Suelo \_\_\_\_\_  $S = 1.4$

(e) Factor de Amplificación Sísmica ( C )

Se calculará en base a la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_0}{T} \right)^{1.25} \quad C \leq 2.5$$

Para  $T =$  Periodo de Vibración de la Estructura  $= H/Ct$

(f) Categoría de la Edificación \_\_\_\_\_ A

(g) Factor de Uso \_\_\_\_\_  $U = 1.5$

(h) La Fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R} \quad (6.1)$$

Para :

V = CORTANTE BASAL

Z = FACTOR DE ZONA

U = FACTOR DE USO

S = FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO

C = FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

R = COEFICIENTE DE REDUCCION

P = PESO DE LA EDIFICACIÓN

\*El área en estudio, corresponde a la zona 3, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. [ 26 ]

### 6.2.3 Etapas del Estudio

Los trabajos se efectuaron en 3 etapas

#### 6.2.3.1 Fase de Campo

Se efectuaron trabajos de exploración con el fin de conocer el tipo y características resistentes del subsuelo.

#### 6.2.3.2 Fase de Laboratorio

Las muestras obtenidas en el campo fueron llevadas al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

#### 6.2.3.3 Fase de Gabinete

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente Informe Técnico Final que incluye:

Análisis del perfil estratigráfico, cálculo de la capacidad portante, así como profundidad de desplante de las estructuras, conclusiones y recomendaciones constructivas. Se incluye además los resultados obtenidos en Campo y Laboratorio, un plano de ubicación de calicatas; así como un panel fotográfico que corroboran la estratigrafía encontrada.

### 6.2.4 **Características de la Edificación**

Se trata de la reconstrucción de la Municipalidad, la cual será reforzada para mejorar la estructura; para ello se considerará placas de concreto armado la cual llevará una cimentación adecuada que será diseñada de acuerdo a los resultados del laboratorio.

### 6.2.5 **Trabajos Efectuados**

#### 6.2.5.1 Trabajos de Campo

Las Investigaciones de Campo estuvieron ligados al suelo encontrado.

La exploración se realizó mediante 02 calicatas, a cielo abierto, ubicadas estratégicamente, las cuales cubren razonablemente el área a investigar.

Las profundidades máximas alcanzadas fueron de 3.00m, computados a partir del terreno natural, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a

ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados, de las muestras disturbadas representativas.

No encontrado nivel freático a la profundidad explorada.

#### 6.2.5.2 Trabajos de Laboratorio

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

##### **1 Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM-D-422)**

Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

##### **2 Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)**

Que es un ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

##### **3 Límites de Consistencia**

Límite Líquido: ASTM-D-423

Límite Plástico: ASTM-D-424

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 4.

La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad. Todos los suelos eran no plásticos.

##### **4 Densidades Naturales (ASTM-T191-61)**

Este ensayo se realiza para tomar la densidad "INSITU" de los suelos.

El método utilizado fue el del agua.

### **5 Densidad Relativa (ASTM-D-2049)**

Determinar el estado de densidad de un suelo no cohesivo con respecto a sus densidades máximas y mínimas. La densidad máxima se obtuvo mediante el método de Proctor (AASHTO T99-70) y la mínima por relación Peso-Volumén natural seco.

### **6 Ensayo Corte Directo (ASTM-D-3080-72)**

Sirve para determinar en forma rápida los parámetros de resistencia ( $\phi$  y  $c$ ) de un suelo. [ 22,23 ]

#### **6.2.6 Perfil Estratigráfico**

De acuerdo a la exploración efectuada mediante las calicatas  $C_1 @ C_2$ , tal como se observa en el récord del estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntados; el perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

##### **CALICATA N°1**

Superficialmente, se presenta un material de relleno, "Tierra de Chacra", removido, con restos orgánicos, color marrón claro ligeramente húmedo, con piedra tipo canto rodado 8" en un 7% del volumen total, con una potencia que va desde los 0.00 a – 0.25 m.

Seguidamente encontramos el mismo material con un poco más de humedad, con una potencia que va desde los – 0.25 a – 0.70 m.

Subyacen, arena limo – arcillosa, mediana plasticidad, semidensas, húmedas, de color marrón, con olor a materia orgánica, pero imperceptible a partículas en estas; con piedras de canto rodado 40" en un 15% del volumen total del suelo, con una potencia que va desde los – 0.70 a – 1.50 m. La Clasificación SUCS es SM-SC.

Por debajo se tiene arena gruesa con poca limosidad, húmeda, sin plasticidad, de color marrón, con olor a materia orgánica, pero imperceptible a partículas en estas (lecho de río); con piedras de canto rodado 16" en un 10% del volumen total del suelo, con una potencia que va desde los – 1.50 a – 2.20 m. La Clasificación SUCS es SP.

Finalmente encontramos el mismo estrato que fue localizado en C-1 entre los (-0.70 a – 1.50 m); con piedra tipo canto rodado 7” en un 6% del volumen total, con una potencia que va desde los – 2.20 a – 3.00 m.

### **CALICATA N°2**

Superficialmente, se presenta un material de relleno, “Terreno Natural”, removido, con restos orgánicos, color marrón claro sin humedad, medianamente compacto, con piedras tipo canto rodado 8” en un 6% del volumen total del suelo, con una potencia que va desde los – 0.00 a – 0.20 m. Por debajo arena fina limo – arcillosa, ligeramente húmeda, con poca plasticidad, de color marrón medio rojizo, se encontró material de relleno, con una potencia que va desde los – 0.20 a – 0.65 m.

Subyacen, arena con partículas entre fina y gruesa con poca limosidad, sin plasticidad, ligeramente húmedo, con olor a materia orgánica, pero imperceptible a partículas en estas (lecho de río); con piedras de canto rodado 25” en un 10% del volumen total del suelo, con una potencia que va desde los – 0.65 a – 1.50 m. La Clasificación SUCS es SW.

Finalmente encontramos el mismo estrato que fue localizado en C-1 entre los (-1.50 a – 2.20 m); con piedra tipo canto rodado 8” en un 6% del volumen total, con una potencia que va desde los – 1.50 a – 2.70 m.

#### **6.2.7 Análisis de la Distribución de Esfuerzos Dentro de la Masa del Suelo**

Una carga vertical aplicada sobre la superficie horizontal de cualquier cuerpo; un suelo por ejemplo, produce tensiones verticales en todo plano horizontal situado dentro del mismo.

Resulta obvio sin la necesidad de cálculo alguno que la intensidad de la presión vertical sobre cualquier sección horizontal, disminuye desde un máximo, hasta un cero, a gran distancia de dicho punto.

Tanto la teoría como la experiencia indican que la forma de los domos de presiones es prácticamente independiente de las propiedades físicas del cuerpo cargado.

Por ello en la práctica de la Mecánica de Suelos es costumbre justificable calcular estas tensiones suponiendo que el material es elástico, homogéneo e isótropo.

Con esta hipótesis aplicaremos las ecuaciones de Boussinesq, las cuales están dadas por la fórmula:



$$\sigma_z = \frac{Q}{z^2} * P_0 \quad (6.2)$$



$$P_0 = \frac{3}{2\pi} * \left[ \frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6.3)$$

$\sigma_z$  = Esfuerzo normal vertical

$P_0$  = Valor obtenido de la relación  $r/z$

$Q$  = Carga aplicada

$r$  = Distancia a partir del eje

$z$  = Profundidad de aplicación

Adoptando una carga total de  $Q$  igual a 24Tn obtenemos los siguientes valores:

Cuadro N° 6.2.1

Q(Tn)	z(m)	r(m)	$\sigma_z$ (kg./cm <sup>2</sup> )
24	0	0	$\infty$
24	0.5	0	4.58
24	1.0	0	1.14
24	1.5	0	0.52
24	2.0	0	0.28
24	2.5	0	0.20

## 6.2.8 Cálculo de la Capacidad de Carga y Determinación de la Profundidad de Cimentación

### 6.2.8.1 Parámetros e Hipótesis de Cálculo

- 1) Se trata de una cimentación sobre limo-arcillosa inorgánicas de mediana a mediana plasticidad, semicompactas y húmedas.
- 2) El contenido de humedad de los materiales nos permite realizar las excavaciones a tajo abierto.
- 3) Por el Tipo de material aplicaremos las fórmulas de capacidad de carga dadas por el Dr.Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte local, para suelos cohesivos que está dada por la fórmula:

$$q_a = \left( \frac{2}{3} * c * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.4 * B * \gamma * N'_\gamma \right) / FS \quad (6.4)$$

En donde:

$q_a$  = Capacidad admisible del terreno (kg./cm<sup>2</sup>).

$\gamma$  = Densidad húmeda natural del terreno (1736.00kg./m<sup>3</sup>)

$D_f$  = Profundidad de desplante de la estructura (-1.80m)

$B$  = Ancho menor de cimiento (2.00m).

$C$  = Cohesión del suelo

$N'_q$  = Factor unidimensional de capacidad de carga, dependiente ancho y de la zona de empuje pasivo función del ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), considera la influencia del peso del suelo.

$N'_\gamma$  = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna. La sobrecarga se halla representada por el peso por unidad de área  $\gamma * D_f$ , del suelo que rodea la zapata.

$N'_c$  = Factor de capacidad de carga, función de la cohesión.



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FS = Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:

- (a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
- (b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.
- (c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.
- (d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos FS igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes. [ 22 ]

De acuerdo a estas referencias podemos asumir parámetros con valores mínimos de acuerdo a las inspecciones de campo de tal forma de estar del lado de la seguridad.

El valor del ángulo de fricción interna lo tomamos del ensayo de corte directo, cuyos resultados son:

$$C = 0.13 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 22^{\circ}00'00''.$$

Con este valor de ángulo de fricción interna los valores adimensionales de capacidad de carga son:

$$N'_c = 13.5 \quad N'_q = 4.5 \quad N'_\gamma = 2$$

### 6.2.8.2 Valor de la Capacidad de Carga

En atención al plano estructural, para cimentación de placas, y para el caso de zapatas aisladas:

$$A \times B = 2.00 \times 2.40 \text{m.}$$

Teniendo en cuenta los valores hallados se recomienda tomar el siguiente valor:

**CAPACIDAD DE CARGA (qa) = 0.951 kg/cm<sup>2</sup>**

### 6.2.9 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos, asentamientos totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura, que en nuestro caso, no debe sobrepasar 1" (2.54 cm). [ 23 ] Los asentamientos por consolidación pueden determinarse por medio de la siguiente relación:

$$\Delta H = \left( \frac{C_c * H}{1 + e_0} \right) \log \left( \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \quad (6.5)$$

Donde :

$$C_c = 0.009 * (LL - 10)$$

$$LL = 0.117\%$$

$$C_c = 0.263 \text{ (Indice de Compresibilidad)}$$

$$H = 1.50 \text{ m. (Potencia del Estrato Compresible)}$$

$$e_0 = S_s / \gamma_d - 1 = 0.572$$

$$S_s = 2.545$$

$$\gamma_d = 1.422$$

$$P_0 = \text{Presión Geostática en el Centro del Estrato (Teoría Boussinesq)}$$

$$\Delta P = 300 \text{ Kg/cm}^2. \text{ (promedio)}$$

Reemplazando Valores:

$$\Delta H = 0.28 \text{ cm.}$$

Que es el asentamiento diferencial a esperar.



## RESULTADOS DE LABORATORIO

**Tesis:** Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad

**Ubicación:** Caravelí – Caravelí – Arequipa.

**Laboratorio:** Universidad Nacional de Ingeniería

**Estructura:** Cimentación

**Fecha:** Octubre 2001

**LIMITE DE CONSISTENCIA**

Cuadro N° 6.2.2

N° Calicata	Muestra (m)	L. Líquido ASTM-D-424	L. Plástico ASTM-D-424	Índice de Plasticidad	C. Humedad ASTM-D-2216-M	Índice de Liquidez	Clasif. S.U.C.S.
C <sub>1</sub>	0.70 – 1.50	23.00	17.6	5.40	1.80	---	SM – SC
C <sub>1</sub>	1.50 – 2.20	0.00	0.00	0.00	5.30	---	SP
C <sub>2</sub>	0.65 – 1.50	21.00	0.00	21.00	4.00	---	SW

**Proyecto:** Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad  
**Ubicación:** Caravelí – Caravelí – Arequipa  
**Estructura:** Cimentación  
**Fecha:** Octubre, 2001.

## DENSIDADES

Cuadro N° 6.2.3

N° Calicata	Profundidad (m)	DSC	W	DHC
C1	0.70 – 1.50	1.422	22.10	1.736

DSC: Densidad seca de campo

DCH: Densidad Húmeda de Campo

W: Contenido de Húmedad

Proyecto: Estudios de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad

Ubicación: Caravelli - Caravelli - Arequipa

Estructura: Cementación

Fecha: Octubre, 2001

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Muestra: C1 (0.70 x 0.70 m)

Densidad húmeda inicial ( $g/cm^3$ )	1.730	Diámetro	0.070 m
Densidad seca inicial ( $g/cm^3$ )	1.422	Área	0.0049 m <sup>2</sup>
Humedad inicial (%)	22.40	Altura	3.000 m
Densidad húmeda final ( $g/cm^3$ )	1.072	Volumen	0.2100 m <sup>3</sup>
Densidad seca final ( $g/cm^3$ )	1.503		
Humedad final (%)	30.20		
Peso de la muestra (gr)	120.20		
Esfuerzo Nominal ( $gr/cm^2$ )	0.50		

Dial de Carga	Deformación Tangencial	Deformación Nominal	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte ( $kg/cm^2$ )
0	0	0		
0	0	20.3		
11	25	54.0		
20	100	63.0		
23	150	66.0		
26	200	77.7		
29	250	77.3		
31	300	60.7		
33	350	63.5		
36	400	65.1		
37	450	67.5		
38	500	70.1		
39	550	69.4		
40	600	67.4		
41	650	62.5		
41	700	63.3		
41	750	63.0		
42	800	64.5		
42	850	65.2		
43	900	65.7	120.12	0.142



**Proyecto:** Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad  
**Ubicación:** Caravelí – Caravelí – Arequipa  
**Estructura:** Cimentación  
**Fecha:** Octubre, 2001

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**Muestra:** C1 (0.70 – 1.50m.)  
**Densidad húmeda inicial (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.736      Diámetro: 6.00cm.  
**Densidad seca inicial (gr/cm<sup>2</sup>):** 1.422      Área: 36.00 cm<sup>2</sup>  
**Humedad inicial (%):** 22.10      Altura: 2.00 cm  
**Densidad húmeda final (gr/cm<sup>3</sup>):** 2.078      Volumen: 72.00 cm<sup>2</sup>  
**Densidad seca final (gr/cm<sup>3</sup>):** 1.654  
**Humedad final (%):** 25.70  
**Peso de la muestra (gr):** 128.70  
**Esfuerzo Normal (gr/cm<sup>2</sup>):** 1.00

Dial de Carga	Deformación Tangencial	Deformación Normal	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0		
0	0	550		
0	0	864		
5	25	870		
14	50	886		
29	100	956		
37	150	1121		
44	200	1170		
51	250	1209		
56	300	1239		
60	350	1265		
63	400	1290		
65	450	1312		
68	500	1332		
70	550	1353		
73	600	1371		
75	650	1387		
77	700	1400		
77	750	1408		



77	800	1413		
78	850	1420		
78	900	1426	19.8504	0.5514



UNI-FIC

**Proyecto:** Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Municipalidad**Ubicación:** Caravelí – Caravelí – Arequipa**Estructura:** Cimentación**Fecha:** Octubre, 2001**ENSAYO DE CORTE DIRECTO****Muestra:** C1 (0.70 – 1.50m.)

<b>Densidad húmeda inicial (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	1.736	<b>Diámetro:</b>	6.00cm.
<b>Densidad seca inicial (gr/cm<sup>2</sup>):</b>	1.422	<b>Área:</b>	36.00 cm <sup>2</sup>
<b>Humedad inicial (%):</b>	22.10	<b>Altura:</b>	2.00 cm
<b>Densidad húmeda final (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	2.100	<b>Volumen:</b>	72.00 cm <sup>2</sup>
<b>Densidad seca final (gr/cm<sup>3</sup>):</b>	1.673		
<b>Humedad final (%):</b>	25.50		
<b>Peso de la muestra (gr):</b>	128.50		
<b>Esfuerzo Normal (gr/cm<sup>2</sup>):</b>	1.50		

Dial de Carga	Deformación Tangencial	Deformación Normal	Fuerza Cortante (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0		
0	0	795		
0	0	1083		
17	25	1091		
25	50	1110		
38	100	1161		
52	150	1207		
62	200	1254		
71	250	1292		
79	300	1323		
85	350	1347		
90	400	1370		
94	450	1391		
97	500	1409		
100	550	1424		
103	600	1441		
105	650	1457		
106	700	1470		
107	750	1487		
108	850	1512		
109	900	1523	26.7516	0.7431



## GRÁFICOS

## REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA MUNICIPALIDAD

LUGAR CARAVELI - CARAVELI - AREQUIPA

FECHA 10 Octubre 2.001

CALICATA : C1  
Cota: 1779.25 m.s.n.m.

Prof.(m)	TIPO EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF SUCS
0.25m.	A TAJADO ABIERTO 1.00 X 1.20			ITEM C-1 (0.25-0.70) Ligeramente húmedo	
0.70m.				Material de relleno fino, "Tierra de chacra" removido, con restos orgánicos, color marrón claro, húmedo, con piedras canto rodados 8", en un 7% del volumen total.	
1.50m.		01		Arena limo - arcilloso, mediana plasticidad, senidensa, húmeda, de color marrón, con olor a materia orgánica, pero imperceptible a partículas en esto; con piedra de canto rodado 40" en un 15% del volumen total.	SM-SC
2.20m.		01		Arena gruesa con poca liosidad, húmeda, sin plasticidad, de color marrón, con olor a materia orgánica, pero imperceptible de partículas en esta (lecho de río); con piedra de canto rodado 16" en un 10% del volumen total.	
3.00m.				ITEM C-1 (0.70-1.50)	SM-SC

## REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA MUNICIPALIDAD

LUGAR CARAVELI - CARAVELI - AREQUIPA

FECHA 02 Octubre 2,001

CALICATA C2  
Cota: 1780.05 m.s.n.m.

Prof.(m)	TIPO EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF SUCS
0.20m.	A TAJO ABIERTO 1.00 X 1.20			ITEM C-1 (0.25-0.70) sin humedad, compactación media B' del 6% del vol.	
0.65m.				Arena fina media limo-arciloso, ligeramente húmedo, poca plasticidad, de color marrón rojizo, se encontró material de relleno	SC
1.50m.		01		Arena con partículas entre fina y gruesa con poca limosidad, sin plasticidad, ligeramente húmedo, con olor a materia orgánica, pero imperceptible a partículas en estos (lecho de río); con piedras de canto rodado 25° en un 10% del volumen total del suelo.	SW
3.00m.				ITEM C-1 (1.50-2.20)	

## PLANO DE UBICACIÓN







## UBICACIÓN DE CALICATAS





## VISTAS FOTOGRAFICAS



FOTO N° 16



FOTO N° 17

Vistas fotográficas de la calicata N° 1. Ubicada en el exterior de la municipalidad.



FOTO N° 18

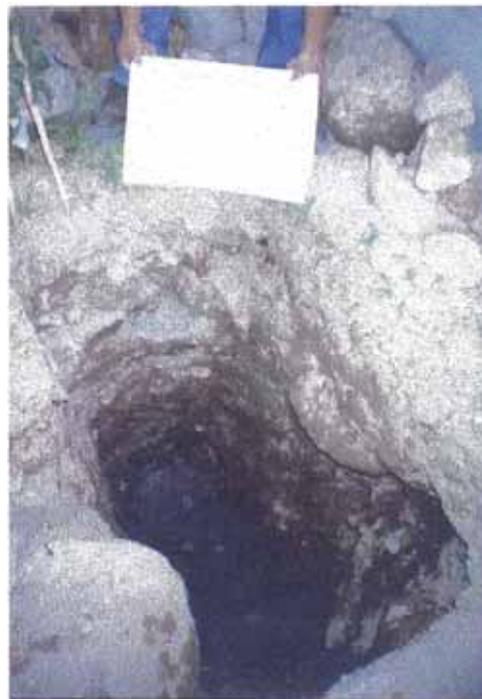


FOTO N° 19



FOTO N° 20



FOTO N° 21

Vistas fotográficas de la calicata N°2. Ubicada en el interior de la municipalidad.



FOTO N° 22

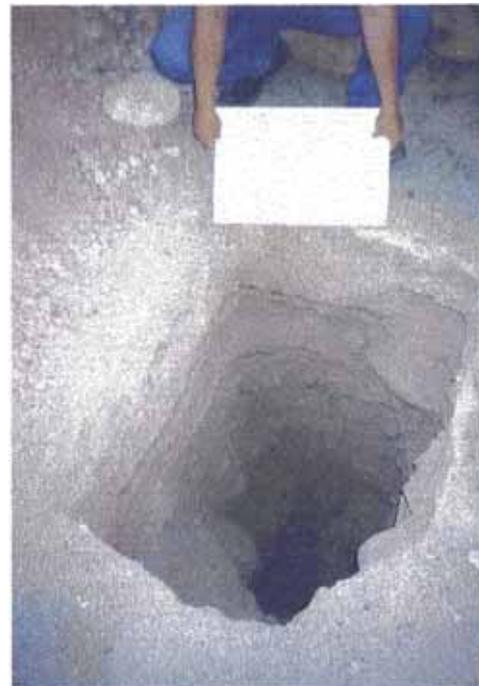


FOTO N° 23

### 6.3

## EVALUACION DE VULNERABILIDAD

### VULNERABILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS PRINCIPALES

Establecimiento: Municipalidad de la Ciudad de Caravelí

Ubicación: Caravelí – Caravelí – Arequipa.

Características Generales del Establecimiento

Generalidades/Cimentación

Edificación de Concreto Armado

**1) Antigüedad**

Fecha de inicio de la construcción: 1969

Fecha de término de la construcción: 1972

Fecha puesta en funcionamiento: 1970

**2) Número de Pisos**

Dos pisos por pabellón.

Sótano

SI

NO

**3) Altura por Piso**

3.00 m.

**4) Altura Total**

6.00 m.

**5) Area Construida de los Pabellones**

Pabellón A: 176.20 m<sup>2</sup>.

Pabellón B: 138.20 m<sup>2</sup>.

**6) Tipo de Cimentación**

Zapata Aislada

Zapata Conectada

Zapata Cim.

Otros: Cimiento Corrido.

**7) Estado de la Cimentación**

Bueno

Regular

Malo

Asentamiento

SI

NO

**NOTA:** ACEPTABLE PARA OPERATIVIDAD NORMAL.

8)

**Columnas**

Secc. Cuadrada  Secc. Rectangular  Sección Circular

Otros: .....0.30m X 0.25m.....

Fisuras y/o grietas u otros daños en las columnas.

SI  NO

Describir: Pequeñas fisuras en dos columnas que afectan sólo recubrimiento.  
1er piso Pabellón A.

Y 4 Columnas afectadas en los nudos, por falta de estribos. 2do Piso Pabellón B.

9)

**Vigas**

Vigas Peraltadas  Vigas Chatas

Describir la disposición de las vigas peraltadas y chatas: Las vigas peraltadas cubren una luz de 5.35m. Mientras que la luz de las vigas chatas 3.07m. (Pabellón A).

Las vigas peraltadas cubren una luz de 5.28m. Mientras que la luz promedio de las vigas chatas es de 3.75m. (Pabellón).

Fisuras y/o grietas u otros daños en las vigas.

SI  NO

Describir: .....

10)

**Describir la Disposición de los Pórticos Principales y Secundarios**

Los Pórticos Principales vienen cubriendo unas luces mayores y las Secundarias las luces menores; pero el sentido de los Pórticos Principales y Secundarios son distintos en ambos pabellones.

11)

**Tipo de Techo**

Losa Rígida Maciza de Concreto Armado

Losa Rígida Aligerada de Concreto Armado

Otros: .....

Fisuras y/o grietas u otros daños en el techo.

SI  NO

Describir: .....

**12) Muros de Concreto Armado en la Edificación**

SI  NO

Fisuras y/o grietas u otros daños en el muro de corte

SI  NO

Describir: .....

**13) Defectos Constructivos**

	Si	No
• Hay columnas cortas?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Están las cajas de ascensores y/o escaleras ubicadas fuera del centro de gravedad del edificio y existen muros de corte que la equilibren?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Por la información anterior hay excentricidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Es un poco más fuerte en una de las direcciones?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Existe superficie de separación entre ambas edificaciones, para evitar daños de impacto ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Describir otros defectos de la estructura: Los muros a media altura en el pabellón A 1er, 2do piso y del pabellón B 2do piso no son confinados por eso que se han producido grietas en ellas.

**14)** Describir el daño de mantenimiento general de la edificación, incluir si existen daños visibles o recubiertos por asentamientos, filtraciones, fuego y/o sismos. Los daños presentados son sólo por sismo.

**15) Describir en Forma General las Características del Suelo.**

Lecho de río, canto rodado promedio de 3" (se encontró piedras hasta de  $\Phi$  40").

Presencia de materia orgánica, limos y arcillas en poca proporción.

Capacidad Portante promedio aproximado de la zona es de 1.4 kg/cm<sup>2</sup>.



## VISTAS FOTOGRAFICAS

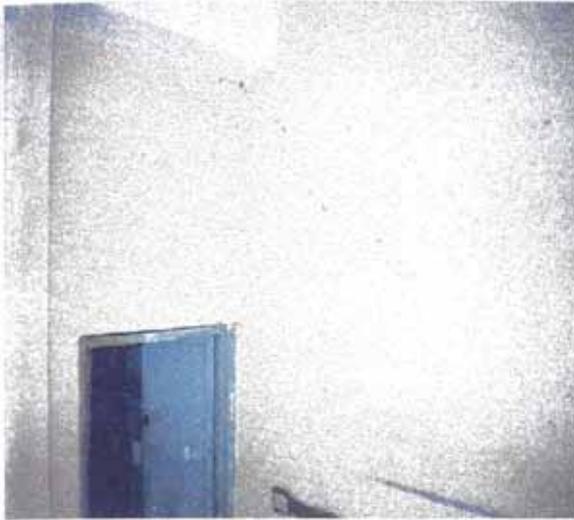


FOTO N° 24.-  
Pared de una de las oficinas del pabellón A del 1er nivel, se observan fisuras en diagonal, dicha pared no esta confinada.

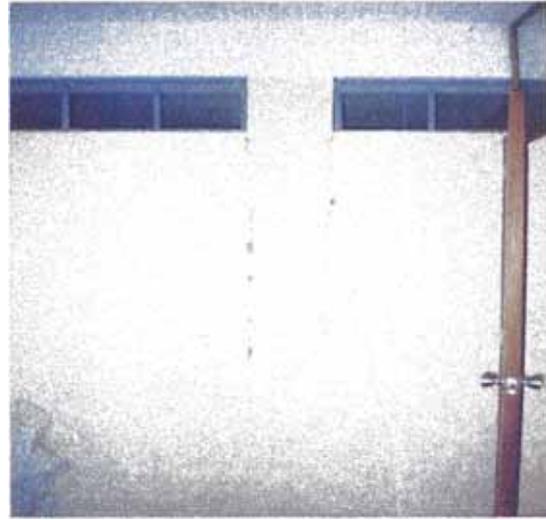


FOTO N° 25.-  
La pared columna que se observa también de una de las oficinas del pabellón A del 1er nivel, se observa fisuras en ambas caras de la columna. La pared solo es de tabiqueria.



FOTO N° 26.-  
Pared de tabiqueria correspondiente al pasadizo con fisuras en diagonal, falta de confinamiento, no existe una junta entre viga pared.



FOTO N° 27.-  
De la misma manera que la foto anterior no existe confinamiento en paredes, la mayoría son solo de tabiqueria.



FOTO N° 28.-  
Pared correspondiente a la división entre ambos pabellones, ubicada a la altura del descanso de la escalera. Falta de confinamiento. Pabellón A.

FOTO N° 29.-  
Fisura entre viga y pared de cabeza 2do piso Pabellón A

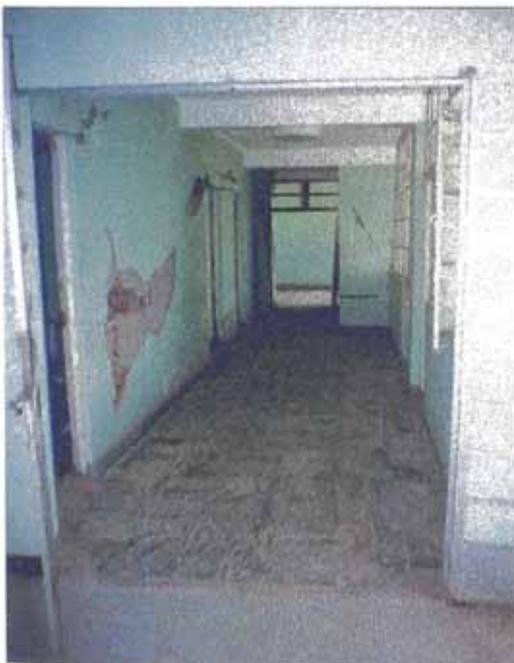


FOTO N° 30.- Vista de los ambientes, pasadizo, 2do piso Pabellón A.

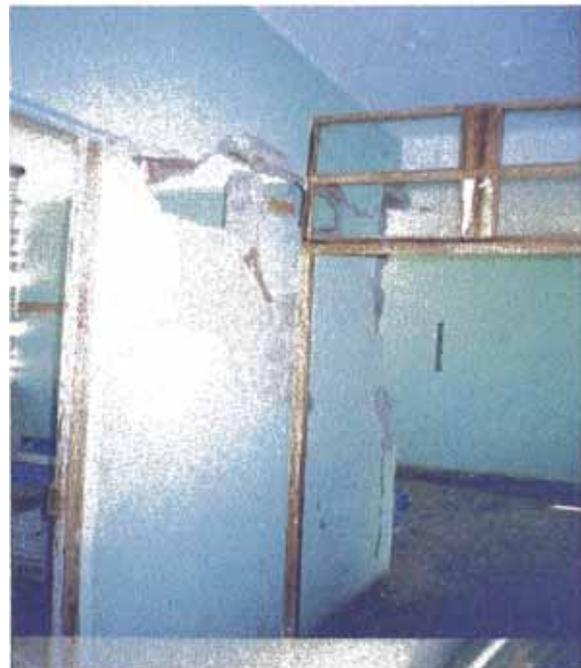


FOTO N° 31.- Divisiones de los ambientes con ladrillo de sogá y de techo.

FOTO N° 32.-  
Caída del recubrimiento de la viga,  
aceros expuestos, oficinas del 2do piso  
Pabellón A.

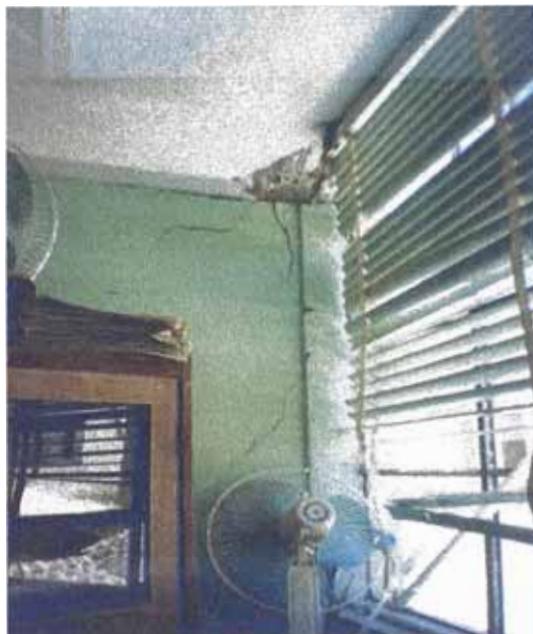


FOTO N° 33.-  
Pared correspondiente al  
Pabellón A y la columna al  
Pabellón B, la toma fue hecha  
desde el Pabellón B, en el  
Auditorio. No existe ninguna  
clase de confinamiento entre la  
pared y la columna (son  
independientes).



FOTO N° 34.-  
Acercamiento de la columna vista en la Foto N° 33. Se  
eliminó el recubrimiento para poder ver la cantidad y n°  
del acero.



FOTO N° 35.-  
Se observa que no existe prácticamente junta de separación sísmica entre ambas edificaciones.



FOTO N° 36.-  
Columna interior del 2do piso - Auditorio - Pabellón A. Se eliminó el recubrimiento para poder ver la cantidad de varillas y n° de acero que tienen.

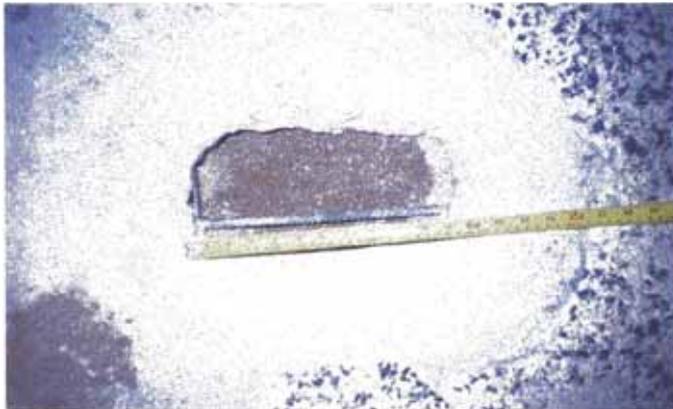


FOTO N° 37.-  
Se observa el falso piso armado de 8" con acero de refuerzo n°4, en el Pabellón A.



FOTO N° 38 y 39.- Vista de la cimentación a la altura de las columnas del Pabellón B y del Pabellón A respectivamente.

## MEMORIA DE CÁLCULO

---

### MUNICIPALIDAD



---

<b>DISTRITO</b>	CARAVELI
<b>PROVINCIA</b>	CARAVELI
<b>DEPARTAMENTO</b>	AREQUIPA
<b>SOLICITADO POR</b>	LA MUNICIPALIDAD

JULIO, 2002



#### 6.4.1 Evaluación de la Estructura antes del Sismo

Se realizará el análisis de dos estructuras, las cuales se encuentran separadas a menos de 1cm. y se les a denominado como Pabellón A y Pabellón B como se presenta en el plano RE-01.

##### Descripción

Número de edificaciones	: 2
Número de pisos en ambos	: 2
Uso	: Municipalidad del Distrito de Caravelí en el Pabellón A 1er y 2do piso, Defensoria del Niño y del Adolescente y Sub-Prefectura en el Pabellón B 1er piso y Auditorio de la Municipalidad de Caravelí en el Pabellón B 2do piso.
Ambientes	: Auditorio, aulas, talleres, dormitorios, oficinas, depósitos, cocina, comedor, ss.hh. y estacionamiento.
Altura de piso a techo	: 2.75m.

##### Datos de la Estructura Actual:

Los datos que se dan a continuación, corresponden a la edificación existente y son aproximados:

Cimentación	: Cimientos corridos (cemento – hormigón 1:8 + 30% P.G., máx 10”).
Sistema Estructural	: Pórticos
Columnas Principales	: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
Vigas	: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
Dinteles	: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
Losa Aligerada	: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
Espesor de Aligerado	: 0.20m.
Unidad de Albañilería	: Ladrillo king kong 18 huecos tipo IV
$F_b \text{ min.}$	: $130 \text{ kg/cm}^2$
$f_m$	: $45 \text{ kg/cm}^2$
Acero Estructural	: Grado 60

##### Pesos

Peso Aligerado de 0.20m	: $300 \text{ kg/m}^2$ (Con bloques de arcilla de 30 x 30 cm)
-------------------------	---

Peso de Acabados	: 100 kg/m <sup>2</sup>
Peso de Concreto	: 2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso de Tabiquería	: 100 kg/m <sup>2</sup>

### **Sobrecarga**

La sobrecarga utilizar es de:

S/C Oficinas (Pab. A) : 250 kg/m<sup>2</sup>.

S/C Auditorio (Pab. B) : 400 kg/m<sup>2</sup>.

S/C Techo (Pab. A y B) : 100 kg/m<sup>2</sup>.

#### **> Análisis por Carga:**

Con respecto a este análisis se pudo obtener resultados favorables, los momentos obtenidos en el SAP 2000NL fueron menores que los momentos por flexión, considerando como hipótesis de diseño lo siguiente:

- ◆ El diseño por resistencia de elementos sujetos a flexión deberá satisfacer las condiciones de equilibrio y compatibilidad de deformación y deberá basarse en las siguientes hipótesis:
  - a) La deformación en el refuerzo y en el concreto se supondrá directamente proporcionales a la distancia del eje neutro.
  - b) Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación del acero es igual a la del concreto adyacente.
  - c) La máxima deformación utilizable del concreto en la fibra extrema a compresión se supondrá igual a 0.003.
  - d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como  $(E_s = \text{módulo de elasticidad})$  veces la deformación del acero; para deformaciones mayores a las correspondientes a  $f_y$ , el esfuerzo se considerará independiente de la deformación e igual a  $f_y$ .
  - e) La resistencia de tracción del concreto no será considerada en los cálculos.

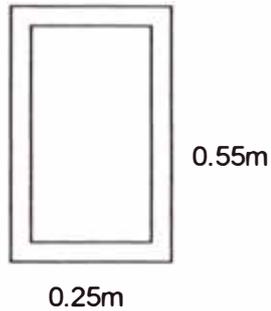
Según Norma de Concreto Armado

$$M_U = 0.9 \times f'_c \times b \times d^2 \times W \times (1 - 0.59 \times W) \quad (6.6)$$

Resultado de la Verificación:

$$\rho = A_s / (b \times d) \quad w = \rho \times f_y / f'_c$$

Viga tipo en primer nivel en ambos pabellones



4 Ø 5/8

$$A_s = 7.91 \text{ cm}^2$$

$$d = 49.25 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.00642$$

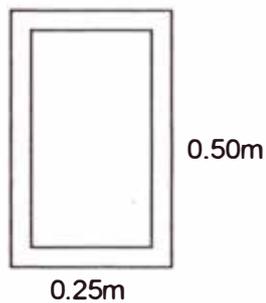
$$w = 0.154$$

$$M_u = 13\,397.196 \text{ kg - m}$$

SAP2000NL

$$M = 12\,405.420 \text{ kg - m}$$

Viga tipo en segundo nivel en ambos pabellones



4 Ø 5/8

$$A_s = 7.91 \text{ cm}^2$$

$$d = 44.25 \text{ cm}$$

$$\rho = 0.00715$$

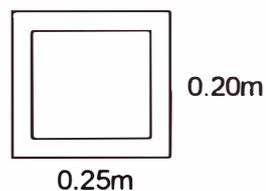
$$w = 0.1716$$

$$M_u = 11\,900.826 \text{ kg - m}$$

SAP2000NL

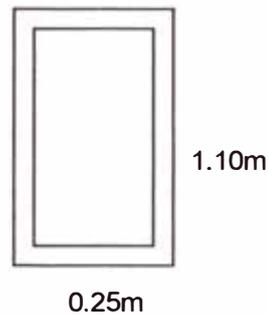
$$M = 8\,035.940 \text{ kg - m}$$

Viga chata tipo en ambos niveles y en ambos pabellones.



	4 Ø 1/2	As = 5.08 cm <sup>2</sup>
		d = 14.40 cm
		ρ = 0.0141
		w = 0.339
		Mu = 2 208.405 kg - m
SAP2000NL		M = 119.960 kg - m

Viga usada en el primer nivel del pabellón B.



	4 Ø 5/8	As = 7.91 cm <sup>2</sup>
		d = 104.25 cm
		ρ = 0.00303
		w = 0.0728
		Mu = 29 857.272 kg - m
SAP2000NL		M = 12 011.540 kg - m

➤ **Análisis por Sismo**

❖ **Cálculo de las Cargas y Fuerzas Cortante Sísmicas del Pabellón A**

**Datos Generales**

Número de Pisos:	2
Altura Total del Edificio ( $h_n$ ):	6 m
Altura de cada Pisos:	3.00 m
Área del Lote:	671.63 m <sup>2</sup>
Área Construida:	314.41 m <sup>2</sup>
Área Libre:	357.22 m <sup>2</sup>

Zona Sísmica:	3
Tipo de Suelo:	Medio Rígido
Uso de la Edificación:	Oficinas
Sistema Estructural:	Aporticado
$f_m =$	45 kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	175 kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 500 f_m =$	22500 kg/cm <sup>2</sup>
$E_c = 15000 f_c =$	198431 kg/cm <sup>2</sup>

### Determinación de las Cargas por Sismo

Para la determinación de las cargas por piso, se ha realizado la sumatoria de las cargas de la losa, muros, acabados y sobrecarga. La losa es un aligerado cuyo espesor es de 20 cm. En cuanto a los muros, se ha sumado las cargas debido a la mitad del entrepiso superior y a la mitad del entrepiso inferior al diafragma analizado. En cuanto a la sobrecarga, en el último piso (azotea), se ha empleado la carga viva de techo.

Cuadro N° 6.4.1

*Primer Nivel (Oficinas):*

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	176.20	0.30	52.86
Tabiquería	176.20	0.10	17.62
Acabados	176.20	0.10	17.62
Columnas	1.13	7.20	8.10
Sobrecarga (L)	176.20	0.25	44.05
D+0.5L			118.23

Cuadro N° 6.4.2

Segundo Nivel (Azotea):

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	176.20	0.30	52.86
Acabados	176.20	0.10	17.62
Columnas	1.13	3.60	4.05
Sobrecarga (L)	176.20	0.10	17.62
D+0.25L			78.94

La carga total de la edificación será:

$$PPA = 197.16 \text{ t}$$

### Cálculo de la Fuerza Cortante Sísmica

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} P$$

Factor de Zona:  $Z = 0.4$

Factor de Uso:  $U = 1.5$

Factor de Suelo:  $S = 1.4$

Coefficiente de Reducción:  $R = 10$

Período del Suelo:  $T_p = 0.9$

Coefficiente para hallar el Período:  $C_T = 35$

Período Fundamental de la Estructura:  $T = \frac{h_n}{C_T} = 0.171$

Factor de Amplificación Sísmica:  $C = 2.5 \times \left( \frac{T_p}{T} \right)^{1.25} \leq 2.5 \Rightarrow 2.5$

Verificación en el Análisis Estático:  $C/R = 0.25 > 0.1$  OK!

De donde obtenemos la Fuerza Cortante en la Base:

$$V = 41.40 \text{ t}$$

*Distribución de la Fuerza Sísmica en la Altura*

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - Fa) \quad \text{Donde} \quad Fa = 0.07 TV \leq 0.15 V$$

Como  $T < 0.7$  s, entonces  $Fa = 0.00$

Cuadro N° 6.4.3

Nivel	$P_i$	$h_i$	$P h_i$	$F_i$	$V_i$
$I$	(Tn)	(m)	(Tn-m)	(t)	(t)
1	118.23	3	355	24.83	41.40
2	78.94	3	237	16.58	16.58
			591	41.40	

#### Cálculo del Centro de Masas

Por ser una figura regular (forma rectangular) se asumió en el centro de la figura.

#### Determinación del Centro de Rigidez

Por la Simetría de la Estructura se ha considerado la Excentricidad Teórica ( $E_x$ ,  $E_y$ ) en el Centro de la Edificación.

Para la colocación de las Fuerzas Sísmica se ha tomado en cuenta la Excentricidad Accidental que es igual al 10% de la Excentricidad Teórica.

$$E_{ax} = +/- 0.10 * E_x$$

$$E_{ay} = +/- 0.10 * E_y$$

❖ **Cálculo de las Cargas y Fuerzas Cortante Sísmicas del Pabellón B**
**Datos Generales**

Número de Pisos:	2
Altura Total del Edificio ( $h_n$ ) :	6 M
Altura de cada Pisos:	3.00 M
Área del Lote:	671.63 m <sup>2</sup>
Área Construida:	314.41 m <sup>2</sup>
Área Libre:	357.22 m <sup>2</sup>
Zona Sísmica:	3
Tipo de Suelo:	Medio Rígido
Uso de la Edificación:	Oficinas, Auditorio
Sistema Estructural:	Aporticado
Tipo de Ladrillo:	
Tipo de Mortero:	
$f_m =$	45 kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	175 kg/cm <sup>2</sup>
	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 500 f_m =$	22500 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 15000 \ddot{O} f_c =$	198431 kg/cm <sup>2</sup>

**Determinación de las Cargas por Sismo**

Para la determinación de las cargas por piso, se ha realizado la sumatoria de las cargas de la losa, muros, acabados y sobrecarga. La losa es un aligerado cuyo espesor es de 20 cm. En cuanto a los muros, se ha sumado las cargas debido a la mitad del entrepiso superior y a la mitad del entrepiso inferior al diafragma analizado. En cuanto a la sobrecarga, en el último piso (azotea), se ha empleado la carga viva de techo.

Cuadro N° 6.4.4

Primer Nivel (Auditorio):

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	138.25	0.30	41.47
Tabiquería	138.25	0.10	13.82
Acabados	138.25	0.10	13.82
Columnas	0.83	7.20	5.94
Sobrecarga (L)	138.25	0.40	55.30
D+0.5L			102.71

Cuadro N° 6.4.5

Segundo Nivel (Azotea):

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	138.25	0.30	41.47
Acabados	138.25	0.10	13.82
Columnas	0.83	3.60	2.97
Sobrecarga (L)	138.25	0.10	13.82
D+0.25L			61.73

La carga total de la edificación será:

$$PPB = 164.44 \text{ t}$$

### Cálculo de la Fuerza Cortante Sísmica

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} P$$



MEMORIA DE CÁLCULO

Factor de Zona:	$Z = 0.4$
Factor de Uso:	$U = 1.5$
Factor de Suelo:	$S = 1.4$
Coefficiente de Reducción:	$R = 10$
Período del Suelo:	$T_p = 0.9$
Coefficiente para hallar el Período:	$C_T = 35$

Período Fundamental de la Estructura:  $T = \frac{h_n}{C_t} = 0.171$

Factor de Amplificación Sísmica:  $C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \leq 2.5 \Rightarrow 2.5$

Verificación en el Análisis Estático:  $C/R = 0.25 > 0.1$  OK!

De donde obtenemos la Fuerza Cortante en la Base:

**$V = 34.53 \text{ t}$**

Distribución de la Fuerza Sísmica en la Altura

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - Fa) \quad \text{Donde } Fa = 0.07 TV \leq 0.15 V$$

Como  $T < 0.7 \text{ s}$ , entonces  $Fa = 0.00$

Cuadro N° 6.4.6

Nivel	$P_i$	$H_i$	$P_i h_i$	$F_i$	$V_i$
$i$	(Tn)	(m)	(Tn-m)	(t)	(t)
1	102.71	3	308	21.57	34.53
2	61.73	3	185	12.96	12.96
			493	34.53	

### **Cálculo del Centro de Masas**

Por ser una figura regular (forma rectangular) se asumió en el centro de la figura.

### **Determinación del Centro de Rigidez**

Por la Simetría de la Estructura se ha considerado la Excentricidad Teórica ( $E_x$ ,  $E_y$ ) en el Centro de la Edificación. Para la colocación de las Fuerzas Sísmica se ha tomado en cuenta la Excentricidad Accidental que es igual al 10% de la Excentricidad Teórica.

$$E_{ax} = +/- 0.10 * E_x$$

$$E_{ay} = +/- 0.10 * E_y$$

El análisis se realizó en el SAP 2000NL, en el cual se obtuvo resultados correspondientes al análisis por CARGA y SISMO; con las combinaciones siguientes, según la (Norma de Concreto Armado):

Resistencias Requeridas (WU)

$$WU = 1.5 WD + 1.8 WL$$

$$WU = 1.25 (WD + WL +/- WS)$$

$$WU = 0.9 WD +/- 1.25 WS$$

$$WD = \text{Carga Muerta.}$$

$$WL = \text{Carga Viva.}$$

$$WS = \text{Carga Sísmica}$$

Mientras que en el análisis sísmico, se obtuvieron resultados desfavorables, el límite para desplazamiento lateral de entrepiso de la estructura era mayor de 0.007 ( $\Delta L/h_e$ ) según la Norma Técnica de Edificación E.030.

El problema es la falta de rigidez en la estructura, de ambos pabellones.

La solución a este problema es rigidizar la estructura; aumentando las dimensiones de algunas columnas, convirtiéndose en placa colocadas en sitios específicos, de esta manera se reducirá la vulnerabilidad ante un sismo.

**6.4.2 Reforzamiento de la Estructura**

Los datos que se dan a continuación, corresponden a la edificación existente y son aproximados y a los que se va a utilizar

Sub-Zapatas	: Mezcla 1:10+30% P.G.
Cimiento Corrido	: Mezcla 1:10+30% P.G.
Sobre Cimiento	: Mezcla 1:8 Cem. Horm. 25% P.M. A=0.25m
Zapatas Aisladas	: $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
Sistema Estructural	: pórticos
Resane en Columnas Principales	: $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
Placas	: $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
Resane en Vigas	: $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
Dinteles	: $f_c = 175\text{kg/cm}^2$
Resane en Losa Aligerada	: $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
Espesor de Aligerado	: 0.20m.
Unidad de Albañilería	: Ladrillo king kong 18 huecos tipo IV
Unidad de Albañilería p/divisiones	: Ladrillo pandereta.
Acero Estructural	: Grado 60

**Pesos**

Peso Aligerado de 0.20m	: $300\text{ kg/m}^2$ (Con bloques de arcilla de 30x30 cm)
Peso de Acabados	: $100\text{ kg/m}^2$
Peso de Concreto	: $2400\text{ kg/m}^3$
Peso de Tabiquería	: $100\text{ kg/m}^2$

**Sobrecarga**

La sobrecarga utilizar es de:

S/C Oficinas (Pab. A)	: $250\text{ kg/m}^2$ .
S/C Auditorio (Pab. B)	: $400\text{ kg/m}^2$ .
S/C Techo (Pab. A y B)	: $100\text{ kg/m}^2$ .

➤ **Análisis Sísmico**

❖ **Cálculo de las Cargas y Fuerzas Cortante Sísmicas del Pabellón A**

**Datos Generales**

Número de Pisos:	2
Altura Total del Edificio ( $h_n$ ):	6 m
Altura de cada Pisos:	3.00 m
Área del Lote:	671.63 m <sup>2</sup>
Área Construida:	314.41 m <sup>2</sup>
Área Libre:	357.22 m <sup>2</sup>
Zona Sísmica:	3
Tipo de Suelo:	Medio Rígido
Uso de la Edificación:	Oficinas
Sistema Estructural:	Aporticado
$f_m =$	45 kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	175 kg/cm <sup>2</sup>
	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 500 f_m =$	22500 kg/cm <sup>2</sup>
$E_c = 15000 f_c =$	198431 kg/cm <sup>2</sup>

**Determinación de las Cargas por Sismo**

Para la determinación de las cargas por piso, se ha realizado la sumatoria de las cargas de la losa, muros, acabados y sobrecarga. La losa es un aligerado cuyo espesor es de 20 cm. En cuanto a los muros, se ha sumado las cargas debido a la mitad del entrepiso superior y a la mitad del entrepiso inferior al diafragma analizado. En cuanto a la sobrecarga, en el último piso (azotea), se ha empleado la carga viva de techo.

Cuadro N° 6.4.7

*Primer Nivel (Oficinas):*

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	176.20	0.30	52.86
Tabiquería	176.20	0.10	17.62
Acabados	176.20	0.10	17.62
Columnas	1.72	7.20	12.35
Sobrecarga (L)	176.20	0.25	44.05
D+0.5L			122.48

Cuadro N° 6.4.8

*Segundo Nivel (Azotea):*

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	176.20	0.30	52.86
Acabados	176.20	0.10	17.62
Columnas	1.72	3.60	6.17
Sobrecarga (L)	176.20	0.10	17.62
D+0.25L			81.06

La carga total de la edificación será:

$$PPA = 203.54 \text{ t}$$

### Cálculo de la Fuerza Cortante Sísmica

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} P$$

Factor de Zona:	$Z = 0.4$
Factor de Uso:	$U = 1.5$
Factor de Suelo:	$S = 1.4$
Coefficiente de Reducción:	$R = 10$
Período del Suelo:	$T_p = 0.9$
Coefficiente para hallar el Período:	$C_T = 35$

Período Fundamental de la Estructura:  $T = \frac{h_n}{C_T} = 0.171$

Factor de Amplificación Sísmica:  $C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \leq 2.5 \Rightarrow 2.5$

Verificación en el Análisis Estático:  $C/R = 0.25 > 0.1$  OK!

De donde obtenemos la Fuerza Cortante en la Base:

$$V = 42.74 \text{ t}$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en la Altura

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - Fa) \quad \text{Donde} \quad Fa = 0.07 TV \leq 0.15 V$$

Como  $T < 0.7 S$ , entonces  $Fa = 0.00$

Cuadro N° 6.4.9

Nivel	$P_i$	$H_i$	$P_i h_i$	$F_i$	$V_i$
$i$	(Tn)	(m)	(Tn-m)	(t)	(t)
1	122.48	3	367	25.72	42.74
2	81.06	3	243	17.02	17.02
			591	41.40	

### Cálculo del Centro de Masas

Por ser una figura regular (forma rectangular) se asumió en el centro de la figura.

### Determinación del Centro de Rigidez

Por la simetría de la estructura se ha considerado la Excentricidad Teórica (Ex, Ey) en el Centro de la Edificación.

Para la colocación de las Fuerzas Sísmica se ha tomado en cuenta la Excentricidad Accidental que es igual al 10% de la Excentricidad Teórica.

$$E_{ax} = +/- 0.10 * E_x$$

$$E_{ay} = +/- 0.10 * E_y$$

### Cálculo de las Cargas y Fuerzas Cortante Sísmicas del Pabellón B

#### Datos generales

Número de Pisos:	2
Altura Total del Edificio ( $h_n$ ):	6 m
Altura de cada Pisos:	3.00 m
Área del Lote:	671.63 m <sup>2</sup>
Área construida:	314.41 m <sup>2</sup>
Área Libre:	357.22 m <sup>2</sup>
Zona Sísmica:	3
Tipo de Suelo:	Medio Rígido
Uso de la Edificación:	Oficinas, Auditorio
Sistema Estructural:	Aporticado
Tipo de Ladrillo:	
Tipo de Mortero:	
$f_m =$	45 kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	175 kg/cm <sup>2</sup>
	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 500 f_m =$	22500 kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 15000 \ddot{O} f_c =$	198431 kg/cm <sup>2</sup>

### Determinación de las Cargas por Sismo

Para la determinación de las cargas por piso, se ha realizado la sumatoria de las cargas de la losa, muros, acabados y sobrecarga. La losa es un aligerado cuyo espesor es de 20 cm. En cuanto a los muros, se ha sumado las cargas debido a la mitad del entrepiso superior y a la mitad del entrepiso inferior al diafragma analizado. En cuanto a la sobrecarga, en el último piso (azotea), se ha empleado la carga viva de techo.

Cuadro N° 6.4.10

#### *Primer Nivel (Auditorio):*

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	138.25	0.30	41.47
Tabiquería	138.25	0.10	13.82
Acabados	138.25	0.10	13.82
Columnas	1.62	7.20	11.66
Sobrecarga (L)	138.25	0.40	55.30
D+0.5L			108.44

Cuadro N° 6.4.11

#### *Segundo Nivel (Azotea):*

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Carga Repartida (t/m <sup>2</sup> )	Carga (t)
Losa	138.25	0.30	41.47
Acabados	138.25	0.10	13.82
Columnas	1.62	3.60	5.83
Sobrecarga (L)	138.25	0.10	13.82
D+0.25L			64.59

La carga total de la edificación será:

$$PPB = 173.03 \text{ t}$$

### Cálculo de la Fuerza Cortante Sísmica

Fuerza Cortante en la Base

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} P$$

Factor de Zona:  $Z = 0.4$

Factor de Uso:  $U = 1.5$

Factor de Suelo:  $S = 1.4$

Coefficiente de Reducción:  $R = 10$

Período del Suelo:  $T_p = 0.9$

Coefficiente para hallar el Período:  $C_T = 35$

Período Fundamental de la Estructura:  $T = \frac{h_n}{C_i} = 0.171$

Factor de Amplificación Sísmica:  $C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)^{1.25} \leq 2.5 \Rightarrow 2.5$

Verificación en el Análisis Estático:  $C/R = 0.25 > 0.1$  OK!

De donde obtenemos la Fuerza Cortante en la Base:

$$V = 36.34 \text{ t}$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en la Altura

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=0}^n P_j h_j} (V - Fa) \quad \text{Donde} \quad Fa = 0.07 TV \leq 0.15 V$$

Como  $T < 0.7$  s, entonces  $Fa = 0.00$

Cuadro N° 6.4.12

Nivel	$P_i$	$H_i$	$P_i h_i$	$F_i$	$V_i$
$i$	(Tn)	(m)	(Tn-m)	(t)	(t)
1	108.44	3	325	22.77	36.34
2	64.59	3	194	13.56	13.56
			519	36.34	

### Cálculo del Centro de Masas

Por ser una figura regular (forma rectangular) se asumió en el centro de la figura.

### Determinación del Centro de Rigidez

Por la simetría de la estructura se ha considerado la Excentricidad Teórica ( $E_x$ ,  $E_y$ ) en el Centro de la Edificación.

Para la colocación de las Fuerzas Sísmica se ha tomado en cuenta la Excentricidad Accidental que es igual al 10% de la Excentricidad Teórica.

$$E_{ax} = \pm 0.10 * E_x$$

$$E_{ay} = \pm 0.10 * E_y$$

### > Resultados del Análisis

Se obtuvieron resultados después de 6 iteraciones en donde se consideraron placas (ampliación de columnas) en sitios específicos hasta obtener una adecuada rigidez teniendo en cuenta las Normas Técnicas de Edificación E – 030 Sismorresistente.

Estos resultados fueron posibles utilizando los programas del SAP 2000NL y Pca-col.

### > Junta de Separación Sísmica

Toda estructura deberá estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima ("S") para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor de los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes

$$\Delta \text{ Máximo del Pabellón A: } 0.0249 \text{ m}$$

$$\Delta \text{ Máximo del Pabellón B: } 0.0238 \text{ m}$$

$$\Delta T = \Delta A + \Delta B \sim 0.05 \text{ m} = 5.00 \text{ cm.}$$

$$S = 2/3 * (\Delta T) = 3.333 \text{ cm.}$$

Ni menor que:

$$S = 3 + 0.004 * (h - 500) \quad (\text{h y S en centímetros})$$

$$S > 3 \text{ cm}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar S

$$h = 600 \text{ cm}$$

$$S = 3.4 \text{ cm.}$$

Por lo tanto la junta de separación Sísmica (S) = 4 cm

#### ➤ **Cimentación**

Del estudio de suelos tenemos:

Profundidad de Cimentación : 1.80m

Capacidad Portante : 0.951 kg/cm<sup>2</sup>

Se ha planteado la cimentación como una cimentación: Una sub-zapata y una zapatas aisladas para los elementos que soportan mayores cargas.

#### **Sub – Zapata y Zapatas Aisladas.-**

Tanto la Sub – Zapata y la zapatas deberán dimensionarse para transmitir al suelo de cimentación, una presión máxima que no exceda de la especificada en el estudio de mecánica de suelos. Se considerará para este fin las cargas y momentos sin amplificar en la base de las columnas.

Las sollicitaciones que se transfieren al suelo se deberán verificar para las combinaciones de carga actuantes sobre la estructura.

En el cálculo de las presiones de contacto entre las zapatas y el suelo no se consideran las tracciones.

**Diseño de Zapatas Por Fuerza Cortante y Punzonamiento:**

El diseño de zapatas por fuerza cortante y punzonamiento en la cercanía de la columna estará regida por la más severa de cualquiera de las dos condiciones:

a) Fuerza Cortante.-

Zapata que actúa como viga, con una sección crítica que se extiende en un plano a través del ancho total y que está localizada a una distancia "d" de la cara de la columna o pedestal.

En esta condición:

$$V_u = \phi V_n \tag{6.7}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}bd \tag{6.8}$$

b) Punzonamiento.-

Zapata que actúa en dos direcciones, con una sección crítica perpendicular al plano de la losa y localizada de tal forma que su perímetro  $b_o$  sea mínimo, pero que no necesite aproximarse a más de "d/2" del perímetro del área de la columna.

En esta condición:

$$V_u = \phi V_n$$
$$V_c = (0.53 + 1.1/\beta_c)\sqrt{f'c}b_o d \tag{6.9}$$

Pero no mayor que:

$$1.1\sqrt{f'c}b_o d \tag{6.10}$$

Donde  $\beta_c$  es la relación del lado largo a lado corto de la columna y  $b_o$  es el perímetro de la sección crítica.

El peralte de las zapatas se controlará en base al diseño por corte y punzonamiento, debiendo verificarse adicionalmente la longitud de anclaje de las barras de refuerzo longitudinal del elemento que soporta.

**Diseño de Zapatas por Flexión:**

El momento externo en cualquier sección de una zapata deberá determinarse haciendo pasar un plano vertical a través de la zapata, y calculando el momento de las fuerzas que actúan sobre el área total de la zapata que quede a un lado de dicho plano vertical.

Para el diseño por flexión se considera como sección crítica la cara de la columna, cuando es de concreto armado.

En zapatas cuadradas armadas en dos direcciones el refuerzo se distribuye uniformemente a través del ancho total de la zapata.

**Fórmulas Utilizadas en el Cálculo del Diseño:**

Esfuerzo Neto del Terreno:

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_{prom}.hf - s/c \quad (6.11)$$

$\sigma_n$  = Esfuerzo neto del terreno

$\sigma_t$  = Capacidad portante del suelo

$\gamma_{prom}$  = Peso específico promedio del suelo

$hf$  = Altura de cimentación

$s/c$  = sobrecarga de piso

$P$  = carga axial en la columna o placa

$$Azap = P / \sigma_n \quad (6.12)$$

Reacción Neta del Terreno:

$$W_{nu} = Pu / Azap \quad (6.13)$$

Dimensionamiento de la Altura  $h_z$  de la zapata:

Condición de Diseño por Punzonamiento:

$$V_u / \phi = V_c \tag{6.14}$$

$$V_c = 1.06 \sqrt{f'c} b d \tag{6.15}$$

Diseño por flexión:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)} \tag{6.16}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} \tag{6.17}$$

Verificación de  $A_s$  min:

$$A_s \text{ min} = \rho \text{ tem } b d \tag{6.18}$$

➤ **Dimensionamiento y Refuerzo**

**P-1**

<b>Forma:</b>	L
<b>Lados:</b>	1.20X0.70 M
<b>Espesor:</b>	0.20 M
<b>Altura Total:</b>	7.90 M
<b>Acero Vertical</b>	18ø5/8"
<b>Acero Transversal</b>	ø3/8"

**Distribución de Estribos:**

2@0.05, 4@0.10, 2@0.15, 1@0.20 y Resto @0.25

**Z-1**



## MEMORIA DE CÁLCULO

<b>Area:</b>	2.2x2.7 m <sup>2</sup>
<b>Altura Zapata:</b>	0.60 m.
<b>Altura de sub-Z:</b>	0.30 m.
<b>Acero de Refuerzo:</b>	ø5/8"
<b>Distribución de Refuerzos:</b>	11@0.20 y 14@0.20

### P-2

<b>Forma:</b>	L
<b>Lados:</b>	0.95X0.45 M
<b>Espesor:</b>	0.20 M
<b>Altura Total:</b>	7.90 M
<b>Acero Vertical</b>	14ø5/8"
<b>Acero Transversal</b>	ø3/8"
<b>Distribución de Estribos:</b>	
	2@0.05,4@0.10,2@0.15,1@0.20 y Resto @0.25

### Z-2

<b>Area:</b>	1.85x2.25 m <sup>2</sup>
<b>Altura Zapata:</b>	0.60 m.
<b>Altura de sub-Z:</b>	0.30 m.
<b>Acero de Refuerzo:</b>	ø5/8"
<b>Distribución de Refuerzos:</b>	10@0.20 y 12@0.20

### P-3

<b>Forma:</b>	I
<b>Lados:</b>	0.90 M
<b>Espesor:</b>	0.20 M
<b>Altura Total:</b>	7.90 M
<b>Acero Vertical</b>	10ø5/8"



**Acero Transversal**  $\varnothing 3/8''$

**Distribución de Estribos:**

2@0.05,4@0.10,2@0.15,1@0.20 y Resto @0.25

Z-3

**Area:** 1.65X2.45 m<sup>2</sup>

**Altura Zapata:** 0.60 m.

**Altura de sub-Z:** 0.30 m.

**Acero de Refuerzo:**  $\varnothing 5/8''$

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

### MUNICIPALIDAD



---

<b>DISTRITO</b>	CARAVELI
<b>PROVINCIA</b>	CARAVELI
<b>DEPARTAMENTO</b>	AREQUIPA
<b>SOLICITADO POR</b>	LA MUNICIPALIDAD

**JULIO, 2002**



### 6.5.1 **Generalidades**

Forman parte de estas especificaciones, todas las notas y detalles que aparecen en los planos, así como las recomendaciones y exigencias indicadas en las siguientes normas:

- Reglamento Nacional de Construcciones ULTIMA EDICION
- Requisitos de Construcción ACI ACI 318-95
- Práctica Recomendable para Medir, Mezclar y Colar Concreto. ACI 614-59
- Práctica Recomendable para Construir Encofrado para Concreto. ACI 347-63
- Especificaciones de Agregados para Concreto. ASTM-C-33-61
- Método Standard de Ensayo de Resistencia a la Comprensión de Concreto Moldeado. ASTM-C-39-61
- Manual of Steel Construcción AISC
- Normas sobre consideraciones de mitigación de riesgo ante cualquier desastre en términos de organización, función y estructura.
- Norma Técnica de Control 600 del 26 de Junio 98 y Reglamento de Metrados.

### 6.5.2 **Condiciones Generales**

#### 6.5.2.1 Personal de Obra

El Contratista ejecutor de la obra, deberá presentar al Supervisor la relación del personal, incluyendo al Ingeniero Residente, reservándose el derecho de solicitar el reemplazo del personal que a su juicio ó que en el transcurso de la obra demuestren ineptitud en el cargo encomendado.

#### 6.5.2.2 Equipo de Obra

El equipo a utilizar en la obra, estará en proporción a la magnitud de la obra y debe ser el suficiente para que la obra no sufra retrasos en su ejecución.

Comprende la maquinaria ligera y/o pesada necesaria para la obra, así como el equipo auxiliar (andamios, buggies, etc.).



### 6.5.2.3 Materiales

Todos los materiales a usarse serán de primera calidad y de conformidad con las especificaciones técnicas de estos.

El almacenamiento de los materiales debe hacerse de tal manera que este proceso no desmejore las propiedades de estos, ubicándolas en lugares adecuados tanto para su protección, como para su despacho.

El Supervisor está autorizado a rechazar el empleo de materiales, pruebas, análisis ó ensayos que no cumpla con las normas mencionadas o con las especificaciones técnicas.

Cuando exista duda sobre la calidad, características ó propiedades de algún material, el Ingeniero Supervisor podrá solicitar muestras, análisis, pruebas ó ensayos del material que crea conveniente, el que previa aprobación podrá usarse en la obra. El costo de los análisis, pruebas ó ensayos serán por cuenta del Contratista.

## 01.00 Obras Provisionales

### **Generalidades**

Comprende la ejecución previa de construcciones e instalaciones de carácter temporal que tiene por finalidad brindar servicios al personal técnico, administrativo y obrero.

### 01.01 **Transporte de Equipo y Maquinaria**

Comprende la movilización del equipo y maquinarias necesarias a la obra y su retiro en el momento oportuno.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición es global.

#### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a las unidades de medida del precio unitario.

### 01.02 **Almacén Oficina y Caseta de Guardianía**

Estos lugares de carácter temporal se ubicarán en coordinación con la oficina técnica, en lugares apropiados para cumplir su función y de manera que no interfieran con el normal desarrollo de la obra y producción.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es global.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según pagados las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**01.03 Cerco Provisional de Esteras**

Es una construcción para proveer de seguridad y dar un cercamiento a la obra en ejecución.

El cerco propuesto está formado por módulos de estera y madera cada 3m.

**Método de Medición:**

La unidad de medida es por Ml.

**01.04 Cartel de Obra 2.40 X 3.60**

Para identificar a la Empresa Constructora que está a cargo de la obra, será necesario contar con carteles en los que debe indicarse:

- Entidad Licitante de la Obra
- Magnitud de la Obra.
- Nombre de la Empresa Contratista
- Plazo de Ejecución en Días Calendarios.
- Financiamiento.

El cartel tendrá 2.40m x 3.60m y se ubicará de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero Supervisor.

**Método de Medición:**

La unidad de medida es por pieza.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

## **02.00 Obras Preliminares**

### **Generalidades**

Comprende la ejecución de todas aquellas labores previas y necesarias para iniciar la obra.

Los trabajos realizados deben ceñirse a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Construcciones.

### **Demoliciones**

En esta partida se considera la eliminación de las construcciones existentes dentro de la superficie del terreno destinado a la construcción de la obra y que requieren ser reemplazadas o reforzadas.

Los trabajos incluyen también la eliminación de todas las estructuras que se encuentran debajo del nivel superficial del terreno.

Los trabajos de demolición se harán con el cuidado correspondiente a fin de evitar daños en el personal que realiza esta labor, para lo cual dicho personal realizará estas labores con los elementos de protección necesarios.

Se cuidará también de no ocasionar daños a terceros y daños en las instalaciones cercanas a las zonas de trabajo, para lo cual se dispondrá de los elementos de protección necesarios en las zonas a ejecutar las demoliciones.

### **02.01 Desmontaje de Ventanas**

Los trabajos especificados en esta sección corresponden al desmontaje de ventanas.

El Contratista se proveerá de todas las herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos a realizar, de manera que en este proceso no se produzca ningún deterioro de las ventanas.

#### **Métodos de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

#### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

### **02.02 Desmontaje de Puertas de Madera**

### **02.03 Desmontaje de Puertas de Fierro**

Los trabajos especificados en esta sección corresponden al desmontaje de puertas.

El Contratista se proveerá de todas las herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos a realizar, de manera que en este proceso no se produzca ningún deterioro de las puertas.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**02.04 Demolición de Muros de Cabeza**

**02.05 Demolición de Muros de Soga**

**02.06 Demolición de Muros de Canto**

De ser necesaria la demolición de muros existentes en mal estado de conservación, se hará de acuerdo al detalle de las partidas que se requieren indicadas, en el presupuesto base o metrado referencial, incluye eliminación del material de desmonte.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

El pago de estos trabajos se hará de acuerdo a la partida correspondiente y con los precios que se encuentran definidos en el presupuesto, el Supervisor velará porqué se ejecute correctamente y de acuerdo a lo detallado en el plano.

**02.07 Demolición de Columnas de Concreto**

En zonas donde se va a colocar nueva estructura, debe demolerse las columnas existentes de acuerdo con los planos estructurales. Puede usarse como herramienta una comba o una herramienta electromecánica.

Se apuntalará la zona comprometida previamente a realizar el trabajo de demolición.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>3</sup>.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

#### **02.08 Picado de Losa Aligerada**

No solo se picará en las áreas comprendidas a colocar la estructura de refuerzo, también se hará en el borde del pabellón A para la separación de juntas sísmicas en el 1er y 2do piso en el segmento común (10.30m.) que une a ambas edificaciones.

#### **02.09 Picado de Viga de Concreto**

Se realizarán en las zonas comprendidas en el área de las placas. La losa y la viga de concreto deberán de ser picados con sumo cuidado, se recomienda hacerlo con comba y cincel. El picado de dichas estructuras tiene por fin de dejar pasar los refuerzos de la nueva estructura que en la mayoría de casos se fusiona a la estructura antigua que queda, para ello se aplicará aditivos epóxicos de concreto nuevo - antiguo.

Se apuntalará la zona comprometida previamente a realizar el trabajo de demolición.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

#### **Condiciones de Pago**

Se pagará el área picada de acuerdo a la medición descrita en el ítem anterior.

#### **02.10 Picado de Concreto para Anclaje de Columnas**

Para el anclaje de las columnas de amarre para los muros de confinamiento. Se recomienda hacerlo con comba y cincel.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

#### **Condiciones de Pago**

Se pagará el área picada de acuerdo a la medición descrita en el ítem anterior.

#### **02.11 Picado de Columnas**

Las columnas de concreto deberán de ser picados con sumo cuidado solo en las columnas indicadas en planos, se recomienda hacerlo con comba y cincel. El picado de dichas estructuras tiene por fin de dejar pasar los refuerzos de la nueva estructura que



en la mayoría de casos se fusiona a la estructura antigua que queda, para ello se aplicará aditivos epóxicos de concreto nuevo - antiguo.

Se apuntalará la zona comprometida previamente a realizar el trabajo de demolición.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**02.12 Picado de Tarrajeo en Columnas**

**02.13 Picado de Tarrajeo en Muros**

En las zonas de tarrajeo afectado o desprendido, se procederá a eliminar el tarrajeo suelto con cincel, luego de limpiar la zona se procederá a resanar con un tarrajeo nuevo.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados de superficie picada.

**Condiciones de Pago**

Se pagará el área picada de acuerdo a la medición descrita en el ítem anterior.

**02.14 Remoción de Piso de Loseta Existente**

La remoción será en todo los ambientes de ambos pabellones.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades, medidas señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**02.15 Demolición de Falso Piso**

Se romperá el piso hasta llegar al suelo o terreno, en la zona indicada y el área establecida en los planos, por lo general este trabajo se realizará para la colocación de la nueva cimentación.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**02.16 Demolición de Falso Piso Armado 8”.**

Para la demolición del falso piso armado se puede usar como herramienta una comba o una herramienta electromecánica, hasta llegar al suelo o terreno, en la zona indicada y el área establecida en los planos, por lo general este trabajo se realizará para la colocación de la nueva cimentación.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas, en el párrafo y de acuerdo a la unidad de medida del precio.

**02.17 Demolición de Cimientos de Concreto**

En zonas donde se va a colocar nueva cimentación, debe demolerse los cimientos existentes de acuerdo con los planos estructurales. Puede usarse como herramienta una comba o una herramienta electromecánica.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**02.18 Demolición de Sobrecimiento**

En zonas donde se va a colocar nueva cimentación, debe demolerse el sobrecimiento existente de acuerdo con los planos estructurales. Puede usarse como herramienta una comba o una herramienta electromecánica.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**02.19 Eliminación de Desmante**

El Contratista, una vez terminada la obra deberá dejar el terreno completamente limpio de desmante u otros materiales que interfieran los trabajos de jardinería u otras obras.

En la zona donde se va a sembrar césped u otras plantas, el terreno deberá quedar rastrillado y nivelado.

La eliminación de desmante deberá ser periódica, no permitiendo que permanezca en la obra más de un mes, salvo lo que se va usar en los rellenos.

**Método de Medición:**

La unidad de medición será en m<sup>3</sup>.

**Condiciones Pago**

El pago de estos trabajos se hará por m<sup>3</sup>, cuyos precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto. El Supervisor velará por que ella se ejecute permanentemente durante el desarrollo de la obra, hasta su culminación.

**02.20 Apuntalamiento de Losa**

Debido a los trabajos de demolición se deberá tener sumo cuidado de apuntalar las vigas y la losa aligerada, para evitar el colapso de la estructura. El apuntalamiento puede hacerse con pies derechos y soleras de madera o mejor con puntuales de acero telescópico y soleras, con apoyos de madera.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es en metros lineales.

**Condiciones de Pago**

Se pagará por área apuntalada.

### 03.00 **Movimiento de Tierras**

#### **Generalidades**

Comprende la Nivelación del Terreno (cortes y relleno), excavaciones y eliminación del material excedente, necesarios para adecuar el terreno a las rasantes establecidas en las obras por ejecutar.

#### 03.01 **Excavación de Zanjas y Zapatas $rt < cm^2$ $h=1.80m$**

Comprende la ejecución de trabajos de corte, que se realizan en las áreas del terreno, donde se edificará la obra, las excavaciones serán para zapatas y cimientos corridos.

- **Excavaciones de Zanjas**

Comprende la ejecución de trabajos de corte, realizados con la finalidad de alojar cimientos de muro, zapatas, vigas de cimentación, tuberías, etc.

Las excavaciones para la cimentación se harán de acuerdo a las profundidades mínimas indicadas en los planos de estructuras, estas podrán ser modificadas en caso de juzgarse necesario, previa aprobación del Proyectista y el Ingeniero Supervisor, en caso de no encontrar el suelo recomendado para la cimentación en el nivel previsto.

- **Instalaciones y/o Obstrucciones Subterráneas**

El Contratista deberá tener en cuenta al momento de efectuar la limpieza, excavación de zanjas o zapatas, etc., la posible existencia de Instalaciones Subterráneas por lo que debe tomar las providencias del caso, a fin de que no se interrumpa el servicio que prestan estas instalaciones y proseguir con el trabajo encomendado.

Para todos estos trabajos, el Contratista deberá de ponerse en coordinación con las autoridades o concesionarios respectivos y solicitar la correspondiente autorización para el desvío o traslado de los servicios.

Asimismo pueden presentarse obstrucciones como cimentaciones, muros, etc., en cuyo caso deberá dar parte al Ingeniero Supervisor el que determinará lo conveniente dadas las condiciones en que se presente el caso.

En todo los casos el Contratista ejecutará los trabajos con sumo cuidado a fin de evitar accidentes.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos, se medirá el volumen del material en sitio, antes de excavar.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**03.03 Eliminación de Material Excedente Acarreado**

Después de haber ejecutado las demoliciones, la excavación masiva si estuviera prevista en los planos, las zanjas para los cimientos y/o zapatas, el material extraído si no va ser utilizado en rellenos debe ser eliminado, al igual que durante el proceso constructivo, no se permitirá que se acumule los sobrantes de mortero, ladrillo rotos, piedras, basura, desechos de carpintería, bolsas rotas de cemento, etc. más de 48 horas en obra, todos los desechos se juntarán en rumas alejadas del área de la construcción en sitios accesibles para su despeje y eliminación con los vehículos adecuados, previniendo en el carguío el polvo excesivo para lo cual se dispondrá de un sistema de regado conveniente.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es de m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**03.04 Relleno con Material Propio Seleccionado**

Será mediante la aplicación de capas sucesivas de material adecuado y espesor mínimo compactado de 0.30m. hasta lograr los niveles establecidos en los planos.

Los espacios excavados que no sean ocupados por la estructura deberán ser rellenados hasta una cota de 15 cm. menor que el nivel del piso terminado.

El relleno será debidamente regado y compactado.

- Relleno con Material Propio

Este rubro comprende la ejecución de trabajos tendientes a superar depresiones del terreno, utilizando el material proveniente de los trabajos de corte.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos; se medirá el volumen de relleno compactado, la unidad comprende el esparcimiento de la tierra y regado con agua para la compactación, la compactación propiamente dicha y la conformación de rasantes.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**03.05 Nivelación Interior y Apisonado Final del Terreno Previo al Piso.**

Comprende la ejecución de los trabajos de refine de nivelación final, llamada nivelación interior y compactación de las áreas del terreno que soportan piso, encerradas entre los elementos de fundación. Pueden consistir en la ejecución de cortes o rellenos de poca altura y apisonados o compactación manual o con máquina, hasta lograr los niveles establecidos.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; se medirá el área de relleno compactado, la labor comprende el esparcimiento de la tierra, agua para la compactación, la compactación propiamente dicha y la conformación de rasantes.

**Condiciones de Pago**

Los trabajo descritos en esta partida serán pagados según las cantidades, medidas señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**04.00 Obras de Concreto Simple**

**Generalidades**

Las presentes especificaciones se refieren a toda obra de cimentación en la que no es necesario el empleo de armadura.

Concreto simple es una mezcla de cemento Yura, agregado fino, agregado grueso y agua.

El agregado grueso debe estar totalmente envuelto por la pasta de cemento.

El agregado fino debe llenar los espacios entre el agregado grueso.

Se deberá respetar la resistencia indicada en los planos (f c).

En el caso de concreto ciclópeo, la piedra tendrá un tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo del volumen total ó el que se indique en planos.

Cada piedra debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

## **Materiales**

### **A. Cemento Portland**

Todo cemento a emplearse, deberá ser Cemento Portland (Yura), que cumpla con las Normas ASTM-C-150-62.

El cemento se podrá emplear ya sea que venga a granel o envasado en bolsas. El cemento deberá almacenarse y manipularse de manera que se proteja todo el tiempo contra la humedad, cualquier que sea su origen y de tal forma que sea fácilmente accesible para su inspección e identificación.

Los lotes de cemento deberán usarse en el mismo orden en que sean recibidos.

Cualquier cemento que se haya aterronado o compactado, o de cualquier otra manera se haya deteriorado no deberá usarse. Una bolsa de cemento queda definida como la cantidad contenida en un envase original intacto del fabricante, que pesa 42.5 kg. ó de una cantidad de cemento a granel que pese 42.5 kg.

### **B. Agregados**

#### **1. Hormigón**

Será material procedente de río o de cantera. Compuesto de agregados finos y gruesos de partículas duras, resistentes a la abrasión, debiendo de estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, partículas blandas o escamosas, ácidos, material orgánico y otras sustancias perjudiciales; su granulometría debe estar comprendida entre lo que pase por la malla 100 como mínimo, y la de 2" como máximo.

#### **2. Agregado Fino**

Deberá ser de arena limpia, silicosa y lavada de granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves o escamosas, esquistos o pizarra, álcalis y materiales orgánicos.

En general, deberá estar de acuerdo con las normas ASTM-C-33-61.

#### **3. Agregado Grueso**

Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto, la piedra debe estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otras sustancias de carácter deletéreo. En general, deberá estar de acuerdo con las normas ASTM-C-33-61.



En caso de que no fueran obtenidas las resistencias requeridas, el Contratista tendrá que ajustar la mezcla de agregados por su propia cuenta, hasta que los valores requeridos sean obtenidos.

El tamaño máximo de agregados para losas y secciones delgadas incluyendo paredes, columnas y vigas, deberá ser de 4cm.

#### 4. Origen de los Agregados

Todos los agregados el concreto deberán ser los mismos que hayan estado usando por más de 4 años para edificios públicos, locales, carreteras y otras obras igualmente importantes.

#### 5. Almacenaje de los Agregados

Todos los agregados deben almacenarse de tal manera que no se ocasione la mezcla entre sí de las diferentes medidas, evitando asimismo que se contaminen o mezclen con polvo u otras materias extrañas.

El Ingeniero Supervisor deberá certificar las pruebas de los agregados que se han de utilizar en el concreto.

### C. Agua para la Mezcla

El agua que se use en la mezcla debe ser bebible, limpia, libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcali o materias orgánicas, que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia o durabilidad del concreto.

### D. Aditivos

En caso de necesitar el uso de aditivos estos deben ser aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Su empleo deberá ceñirse a lo especificado en el proyecto a las recomendaciones del fabricante del producto, respetando los procesos de mezclas y los tiempos respectivos. El supervisor deberá verificar los procesos en forma continua y permanente.

## Producción de Concreto

### A. Proporcionamiento

El concreto que se use deberá adquirir la resistencia mínima a la comprensión indicada en los planos, a los 28 días.

El diseño de la mezcla deberá efectuarse de acuerdo a la práctica recomendable para el diseño de mezclas de concreto y será responsabilidad del Constructor el diseño de la misma.

#### **B. Medición de los Materiales**

El procedimiento de medición de los materiales será en peso.

#### **C. Mezclado**

##### **a. Equipo**

El mezclado del concreto deberá hacerse en una mezcladora del tipo apropiado, que pueda asegurar una distribución uniforme del material mezclado.

##### **b. Tiempo de Mezclado**

Para mezclas de la capacidad de una yarda cúbica o menos, el tiempo mínimo de mezclado debe ser de 1 ½ minuto.

Para mezclas mayores de una yarda cúbica, el tiempo de mezclado debe aumentarse a razón de 15 segundos por cada media yarda cúbica adicional de capacidad o fracción. Durante el tiempo de mezclado, el tambor deberá girar a una velocidad periférica de aproximadamente 200 pies por minuto.

Los períodos de mezclado deben controlarse desde el momento en que todos los materiales, incluso el agua, se encuentran efectivamente en el tambor de la mezcladora.

##### **c. Remezclado**

No se permitirá el mezclado del concreto o mortero que haya endurecido parcialmente.

##### **d. Concreto Premezclado**

Alternativamente podrá emplearse concreto premezclado.

#### **D. Conducción y Transporte**

Con el fin de reducir el manipuleo del concreto al mínimo, la mezcladora deberá estar ubicada lo más cerca posible del sitio donde se va a vaciar el concreto. El concreto deberá transportarse de la mezcladora a los sitios donde va a vaciarse, tan rápido como sea posible, a fin de evitar las segregaciones y pérdidas de ingredientes. El concreto deberá vaciarse en su posición final, a fin de evitar su manipuleo.

## **E. Vaciado**

### **a) Generalidades**

Antes de comenzar la preparación del concreto, deberá eliminarse el concreto endurecido y cualquier otra materia extraña en las superficies internas del equipo mezclador y transportador.

Antes de vaciar el concreto deberá eliminarse los residuos que pudieran encontrarse en los espacios que van a ser ocupados por el concreto, si los encofrados están contruidos de madera, estos deberán estar bien mojados o aceitados.

Por ninguna circunstancia deberá usarse en el trabajo, concreto que sé haya endurecido parcialmente.

Tanto como sea posible, el concreto deberá ser vaciado sobre los encofrados en su posición final a fin de evitar que sea remanipulado.

El concreto debe vaciarse de manera continua o en capas de un espesor tal, que este no sea depositado sobre todo concreto que se haya endurecido lo suficiente como para causar la formación de juntas o planos débiles dentro de determinadas secciones.

Si una sección no puede vaciarse continuamente, entonces deben disponerse juntas de construcción, que se harán de acuerdo a las recomendaciones indicadas más adelante y con la aprobación de la supervisión.

### **b) Empastes o juntas**

Antes de depositar o vaciar el concreto fresco en, o sobre concreto que sé haya endurecido o fraguado, los encofrados deben volverse a ajustar, al mismo tiempo que la superficie del concreto fraguado deberá picarse o raspase con escobilla de alambre o tratarse como el Ingeniero Supervisor ordene.

Deberá limpiarse bien, eliminando cualquier concreto inerte o materia extraña y/o exudado y luego proceder a saturarlo con agua.

El concreto que sé vacee o ponga en contacto con el concreto fraguado, deberá contener un exceso de mortero para asegurar así el empaste o junta.

Para asegurar efectivamente la presencia de este exceso de mortero en la junta que se va producir entre le concreto fresco y fraguado deberá primeramente ser tratada o cubierta con una mano de lechada de cemento

puro sobre el que deberá vaciarse el concreto fresco, cuidando de hacer esto antes de que la lechada haya iniciado su fraguado.

#### **F. Compactación**

En el momento mismo y después del vaciado de concreto, este deberá ser debidamente compactado por medio de herramientas adecuadas.

A medida que el concreto es vaciado en las formas, debe ser consolidado total y uniformemente con vibradores eléctricos o neumáticos para asegurar que se forme una pasta suficientemente densa, que pueda introducirse en las esquinas de los encofrados.

No debe vibrarse en exceso el concreto por cuanto se producen segregaciones que afectan la resistencia que debe de obtenerse.

La inmersión del vibrador será tal que permita penetrar y vibrar el espesor total de la mezcla y penetrar en la capa del concreto fresco, pero se tendrá especial cuidado para evitar que la vibración pueda afectar el concreto que ya está en proceso de fraguado.

Se deberá espaciar en forma sistemáticamente los puntos de inmersión del vibrador, con el objeto de asegurar que no se deje parte del concreto sin vibrar, estas máquinas serán eléctricas o neumáticas debiendo tener siempre una de reemplazo en caso de que se descomponga en el proceso de trabajo. Las vibradoras serán insertadas verticalmente en la masa de concreto y por un período de 5 a 15 segundos y a distancia a 45 a 75 cm, se retirarán en igual forma.

#### **G. Terminados**

##### **a) Cavidades Ocultas.**

Las cavidades producidas por los tirantes de los encofrados o cualquier otro hueco, picaduras, canales, esquinas o aristas rotas u otros defectos, deberán ser debidamente limpiadas, saturadas con agua por un período no menor de tres horas y por último rellenas con mortero para dejarlas perfectas.

##### **b) Superficies Descubiertas o Expuestas.**

Inmediatamente después que se haya quitado los encofrados y mientras el concreto este fresco, todas las pequeñas picaduras y aberturas o grietas que pudieran aparecer en las superficies descubiertas del concreto, deberán ser

rellenadas con mortero de cemento cuya mezcla consistirá de una dosificación que se diseñe eliminando el agregado grueso.

Las superficies deberán ser luego frotachadas con cemento y agua, dejando la superficie uniforme, lisa, limpia y bien presentada.

No se deberá emplear cemento o lechada para frotachar los lados de las paredes, vigas pilastras, columnas y bordillos o sardineles y en ningún caso deberá aplicarse mortero para aumentar el espesor o ancho de estas porciones estructurales.

#### **H. Curado**

Todo el concreto deberá protegerse de manera que por un período de siete días, como mínimo, se evite la pérdida de humedad de la superficie.

El curado del concreto permite que este alcance su resistencia potencial.

El curado debe iniciarse tan pronto como sea posible.

El concreto ya colocado tendrá que ser mantenido constantemente húmedo ya sea por rociado frecuente o por medio de la aplicación de películas impermeables, este compuesto de usarse, debe ser aprobado por el Ingeniero Supervisor. Debe tenerse en cuenta que el compuesto a usar no debe reaccionar de manera perjudicial con el concreto y debe proporcionar la retención de humedad necesaria para lograr la resistencia esperada del concreto.

#### **I. Pruebas**

Durante el proceso de la construcción el Ingeniero Supervisor exigirá pruebas para determinar la resistencia del concreto.

Las pruebas se harán de acuerdo a lo indicado en el ACI-318-95 y el Reglamento Nacional de Construcciones.

El concreto a usarse debe estar dosificado en forma tal que alcance a los 28 días de fraguado y curado, una resistencia a la compresión especificada en el proyecto, de acuerdo a lo indicado en el ACI 318-95.

Las pruebas a realizar correrán por cuenta del constructor.

#### **04.01 Subzapata Mezcla 1:10 + 30% P.G.**

Concreto ciclópeo 1:10 (cemento – hormigón), con 30% de piedra grande, dosificación que deberá respetarse asumiendo el dimensionamiento propuesto.

Únicamente se procederá al vaciado cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replanteo, el batido de estos materiales se hará utilizando mezcladora mecánica, debiendo efectuarse estas operaciones por lo mínimo durante 1 minuto por carga.

Sólo podrá emplearse agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impureza que pueda dañar el concreto; se humedecerá las zanjas de la zapata antes de vaciar la subzapata y no se colocará las piedras sin antes haber depositado una capa de concreto de por lo menos 10 cm. de espesor. Las piedras deberán quedar completamente rodeadas por la mezcla sin que se tome los extremos.

Se prescindirá de encofrado cuando, el terreno lo permita, es decir que no se produzca derrumbes.

Se tomará muestras de concreto de acuerdo a las Normas ASTM C.0172.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es en m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

El pago de estos trabajos se hará por m<sup>3</sup> de concreto, cuyos precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto. El Supervisor velará por que ella se ejecute durante el desarrollo de la obra.

**04.02 Cimiento Corrido Mezcla 1:10 Cem – Horm + 30% de Piedra**

Concreto ciclópeo 1:10 (cemento – hormigón), con 30% de piedra grande, dosificación que deberá respetarse asumiendo el dimensionamiento propuesto.

Únicamente se procederá al vaciado cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replanteo, el batido de estos materiales se hará utilizando mezcladora mecánica, debiendo efectuarse estas operaciones por lo mínimo durante 1 minuto por carga.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es en m<sup>3</sup>.

**Condiciones de Pago**

El pago de estos trabajos se hará por  $m^3$  de concreto, cuyos precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto. El Supervisor velará por que ella se ejecute durante el desarrollo de la obra.

**04.03 Encofrado y Desencofrado Cimiento Corrido de 0.90 m.**

El Contratista realizará el correcto y seguro diseño propugnado:

- Espesores y secciones correctas.
- Inexistencia de deflexiones
- Elementos correctamente alineados.

Se debe tener en cuenta:

- a) Velocidad y sistemas de vaciado.
- b) Cargas diversas como: material, equipo, personal, fuerzas horizontales, verticales y/o impacto, evitar deflexiones, excentricidad, contraflechas y otros.
- c) Características de material usado, deformaciones, rigidez en las uniones, etc.

No se permitirá 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.

**04.04 Concreto Sobrecimiento de 1:8 Cem-Hor 25% P.M.**

Llevarán sobrecimiento todos los muros de la primera planta de ambos pabellones excepto en el lado de la fachada, de concreto ciclópeo 1:8 (cemento - hormigón) o  $f'c$  mínimo  $100 \text{ kg/cm}^2$  con 25% piedra mediana, siendo el dimensionamiento el especificado en los planos respectivos, debiendo respetarse los estipulados en éstos en cuanto a proporciones, materiales y otras indicaciones.

El encofrado a usarse deberá estar en óptimas condiciones garantizándose con éstos, alineamiento, idénticas secciones, economía, etc.

El encofrado podrá sacarse a los 4 días de haberse llenado el sobrecimiento. Luego del fraguado inicial, se curará éste por medio de constantes baños de agua durante 3 días como mínimo.

La cara superior del sobrecimiento deberá ser lo más nivelada posible, lo cual garantizará el regular acomodo de los ladrillos del muro.

**Métodos de Medición:**

La unidad de medición es en  $m^3$ .

**Condiciones de Pago**

El pago de estos trabajos se hará por  $m^3$  de concreto, cuyos precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto. El Supervisor velará por que ella se ejecute durante el desarrollo de la obra.

**04.05 Encofrado y Desencofrado de Sobrecimiento**

El Contratista realizará el correcto y seguro diseño propugnado:

- Espesores y secciones correctas.
- Inexistencia de deflexiones
- Elementos correctamente alineados.

Se debe tener en cuenta:

- a) Velocidad y sistemas de vaciado.
- b) Cargas diversas como: material, equipo, personal, fuerzas horizontales, verticales y/o impacto, evitar deflexiones, excentricidad, contraflechas y otros.
- c) Características de material usado, deformaciones, rigidez en las uniones, etc.

No se permitirá 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.

**04.06 Falso Piso – Concreto  $140 \text{ kg/cm}^2$  e=4”**

Corresponde a un concreto 140, plano superficie rugosa, que se proyecta directamente donde el suelo natural o en el relleno. Se ejecutará una capa de 4’ de espesor con concreto conformado por cemento, agregados y agua, sirve de base a los pisos de planta baja.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por  $m^2$ .

**05.00 Obras de Concreto Armado**

**Generalidades**

Las especificaciones de este rubro corresponden a las obras de concreto armado, cuyo diseño figura en los planos del proyecto.

Complementan estas especificaciones las notas detalles que aparecen en los planos estructurales así como también lo especificado en el Reglamento Nacional de Construcciones y las Normas de Concreto Reforzado (ACI 318-99) y las Normas ASTM.

**Materiales**

**A. Cemento Portland**

Todo cemento a emplearse, deberá ser Cemento Portland (Yura), que cumpla con las Normas ASTM-C-150-62.

El cemento se podrá emplear ya sea que venga a granel o envasado en bolsas. El cemento deberá almacenarse y manipularse de manera que se proteja todo el tiempo contra la humedad, cualquier que sea su origen y de tal forma que sea fácilmente accesible para su inspección e identificación.

Los lotes de cemento deberán usarse en el mismo orden en que sean recibidos. Cualquier cemento que se haya aterronado o compactado, o de cualquier otra manera se haya deteriorado no deberá usarse. Una bolsa de cemento queda definida como la cantidad contenida en un envase original intacto del fabricante, que pesa 42.5 kg. o de una cantidad de cemento a granel que pese 42.5 kg.

**B. Agregados**

1. Agregado Fino

Deberá ser de arena limpia, silicosa y lavada de granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves o escamosas, esquistos o pizarra, álcalis y materiales orgánicos.

En general, deberá estar de acuerdo con las normas ASTM-C-33-61.

2. Agregado Grueso

Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto, la piedra debe estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otras sustancias. En general, deberá estar de acuerdo con las normas ASTM-C-33-61.

En caso de que no fueran obtenidas las resistencias requeridas, el Ingeniero tendrá que ajustar la mezcla de agregados por su propia cuenta, hasta que los valores requeridos sean obtenidos.

El tamaño máximo de agregados para losas y secciones delgadas incluyendo paredes, columnas y vigas, deberá ser de 4cm.

### 3. Origen de los Agregados

Todos los agregados el concreto deberán ser los mismos que hayan estado usando por más de 4 años para edificios públicos, locales, carreteras y otras obras igualmente importantes.

### 4. Almacenaje de los Agregados

Todos los agregados deben almacenarse de tal manera que no se ocasione la mezcla entre sí, de las diferentes medidas, evitando asimismo que se contaminen o mezclen con polvo u otras materias extrañas.

El Ingeniero Supervisor deberá certificar las pruebas de los agregados que se han de utilizar en el concreto.

## C. Agua para la Mezcla

El agua que se use en la mezcla debe ser bebible, limpia, libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcali o materias orgánicas, que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia o durabilidad del concreto.

## D. Aditivos

En caso de necesitar el uso de aditivos estos deben ser aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Su empleo deberá ceñirse a lo especificado en el proyecto a las recomendaciones del fabricante del producto, respetando los procesos de mezclas y los tiempos respectivos. El supervisor deberá verificar los procesos en forma continua y permanente.

## **Producción de Concreto**

### A. Proporcionamiento

El concreto que se use deberá adquirir la resistencia mínima a la comprensión indicada en los planos, a los 28 días.

El diseño de la mezcla deberá efectuarse de acuerdo a la práctica recomendable para el diseño de mezclas de concreto y será responsabilidad del constructor el diseño de la misma.

## **B. Medición de los Materiales**

El procedimiento de medición de los materiales será en peso.

## **C. Mezclado**

### a. Equipo

El mezclado del concreto deberá hacerse en una mezcladora del tipo apropiado, que pueda asegurar una distribución uniforme del material mezclado.

### b. Tiempo de Mezclado

Para mezclas de la capacidad de una yarda cúbica o menos, el tiempo mínimo de mezclado debe ser de 1 ½ minuto.

Para mezclas mayores de una yarda cúbica, el tiempo de mezclado debe aumentarse a razón de 15 segundos por cada media yarda cúbica adicional de capacidad o fracción. Durante el tiempo de mezclado, el tambor deberá girar a una velocidad periférica de aproximadamente 200 pies por minuto.

Los períodos de mezclado deben controlarse desde el momento en que todos los materiales, incluso el agua, se encuentran efectivamente en el tambor de la mezcladora.

### c. Remezclado

No se permitirá el mezclado del concreto o mortero que haya endurecido parcialmente.

### d. Concreto Premezclado

Alternativamente podrá emplearse concreto premezclado.

## **D. Conducción y Transporte**

Con el fin de reducir el manipuleo del concreto al mínimo, la mezcladora deberá estar ubicada lo más cerca posible del sitio donde se va a vaciar el concreto. El concreto deberá transportarse de la mezcladora a los sitios donde va a vaciarse, tan rápido como sea posible, a fin de evitar las segregaciones y pérdidas de componentes. El concreto deberá vaciarse en su posición final, a fin de evitar su manipuleo.

## **E. Vaciado**

### a) Generalidades

Antes de comenzar la preparación del concreto, deberá eliminarse el concreto endurecido y cualquier otra materia extraña en las superficies internas del equipo mezclador y transportador.

Antes de vaciar el concreto deberá eliminarse los residuos que pudieran encontrarse en los espacios que van a ser ocupados por el concreto, si los encofrados están contruidos de madera, estos deberán estar bien mojados o aceitados. El refuerzo debe estar firmemente asegurado en su posición y aprobado por el Ingeniero Supervisor.

Por ninguna circunstancia deberá usarse en el trabajo, concreto que se haya endurecido parcialmente.

Tanto como sea posible, el concreto deberá ser vaciado sobre los encofrados en su posición final a fin de evitar que sea remanipulado.

El concreto debe vaciarse de manera continua o en capas de un espesor tal, que este no sea depositado sobre todo concreto que se haya endurecido lo suficiente como para causar la formación de juntas o planos débiles dentro de determinadas secciones.

Si una sección no puede vaciarse continuamente, entonces deben disponerse juntas de construcción, que se harán de acuerdo a las recomendaciones indicadas más adelante.

Los encofrados para paredes, columnas o secciones delgadas de considerable altura, deberán estar provistas de aberturas o registros u otros medios que permitan que el concreto sea vaciado de una manera que evite la segregación, así como la acumulación de concreto endurecido en los encofrados o en el refuerzo metálico que se encuentra sobre el nivel del concreto.

Antes de proceder al vaciado se deberá verificar que el encofrado haya sido concluido íntegramente y deberán recubrir las caras que van a recibir el concreto con aceite ó lacas especiales para evitar que el concreto se adhiera a la superficie del encofrado.

#### b) Empastes o Juntas

Antes de depositar o vaciar el concreto fresco en, o sobre concreto que sé haya endurecido o fraguado, los encofrados deben volverse a ajustar, al mismo tiempo que la superficie del concreto fraguado deberá picarse o rasparse con escobilla de alambre o tratarse como el Ingeniero Supervisor ordene.

Deberá limpiarse bien, eliminando cualquier concreto inerte o materia extraña y/o exudado y luego proceder a saturarlo con agua.



El concreto que se vacíe o ponga en contacto con el concreto fraguado, deberá contener un exceso de mortero para asegurar así el empaste o junta.

Para asegurar efectivamente la presencia de este exceso de mortero en la junta que se va producir entre el concreto fresco y fraguado deberá primeramente ser tratada o cubierta con una mano de lechada de cemento puro sobre el que deberá vaciarse el concreto fresco, cuidando de hacer esto antes de que la lechada haya iniciado su fraguado.

#### F. Compactación

En el momento mismo y después del vaciado de concreto, este deberá ser debidamente compactado por medio de herramientas adecuadas.

El concreto deberá compactarse por medio de vibradores metálicos y deberá ser bien removido y lograr así que este ocupe todas las esquinas y ángulos de los encofrados.

No debe vibrarse en exceso el concreto por cuanto se producen segregaciones que afectan la resistencia que debe de obtenerse.

La inmersión del vibrador será tal que permita penetrar y vibrar el espesor total del estrato y penetrar en la capa inferior del concreto fresco, pero se tendrá especial cuidado para evitar que la vibración pueda afectar el concreto que ya está en proceso de fraguado.

Se deberá espaciar en forma sistemáticamente los puntos de inmersión del vibrador, con el objeto de asegurar que no se deje parte del concreto sin vibrar, estas máquinas serán eléctricas o neumáticas debiendo tener siempre una de reemplazo en caso de que se descomponga en el proceso de trabajo. Las vibradoras serán insertadas verticalmente en la masa de concreto y por un período de 5 a 15 segundos y a distancia a 45 a 75 cm, se retirarán en igual forma.

#### G. Terminados

##### a) Cavidades Ocultas.

Las cavidades producidas por los tirantes de los encofrados o cualquier otro hueco, picaduras, canales, esquinas o aristas rotas u otros defectos, deberán ser debidamente limpiadas, saturadas con agua por un período no menor de tres horas y por último rellenas con mortero para dejarlas perfectas.

b) Superficies Descubiertas o Expuestas.

Inmediatamente después que se haya quitado los encofrados y mientras el concreto este fresco, todas las pequeñas picaduras y aberturas o grietas que pudieran aparecer en las superficies descubiertas del concreto, deberán ser rellenadas con mortero de cemento cuya mezcla consistirá de una dosificación que se diseñe eliminando el agregado grueso.

Las superficies deberán ser luego frotachadas con cemento y agua, dejando la superficie uniforme, lisa, limpia y bien presentada.

No se deberá emplear cemento o lechada para frotachar los lados de las paredes, vigas pilastras, columnas y bordillos o sardineles y en ningún caso deberá aplicarse mortero para aumentar el espesor o ancho de estas porciones estructurales.

H. Curado

Todo el concreto deberá protegerse de manera que por un período de siete días, como mínimo, se evite la pérdida de humedad de la superficie.

El curado del concreto permite que este alcance su resistencia potencial.

El curado debe iniciarse tan pronto como sea posible.

El concreto ya colocado tendrá que ser mantenido constantemente húmedo ya sea por rociado frecuente o por medio de la aplicación de películas impermeables, este compuesto de usarse, debe ser aprobado por el Ingeniero Supervisor. Debe tenerse en cuenta que el compuesto a usar no debe reaccionar de manera perjudicial con el concreto y debe proporcionar la retención de humedad necesaria para lograr la resistencia esperada del concreto.

I. Pruebas

Durante el proceso de la construcción el Ingeniero Supervisor exigirá pruebas para determinar la resistencia del concreto.

Las pruebas se harán de acuerdo a lo indicado en el ACI-318-95.

**Encofrados**

Los encofrados deberán ser adecuados para el trabajo a realizarse. Para todas las caras terminadas que hayan de quedar expuestas, los encofrados deberán construirse de madera terciada.

Los encofrados deberán construirse de tal manera que cuando se quiten, el concreto quede con una superficie libre de rebabas, lomos u otros defectos que la desmejore.



Debe quedar lisa. Los encofrados deben conformar exactamente con las dimensiones y perfiles que los planos muestran para los trabajos de concreto.

Deberán tener una resistencia capaz de soportar con seguridad, las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga de llenado de 200 kilos por metro cuadrado.

Los encofrados deberán ser herméticos para prevenir la filtración del mortero y deberán ser debidamente arriostradas o ligadas entre sí, de manera que se mantenga en la posición y forma deseada con seguridad.

El tamaño y distanciamiento o espaciado de los pies derechos y largueros deberá ser determinado por la naturaleza del trabajo y la altura del concreto a vaciarse, quedando a criterios del Contratista dichos tamaños y espaciamiento y serán de su entera responsabilidad.

Los tirantes para los encofrados deberán ajustarse en longitud y deberán ser de tal tipo como para no dejar metal a menos de dos pulgadas de la superficie.

Los encofrados deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformabilidad de la estructura.

Inmediatamente después de quitar los encofrados, la superficie de concreto deberá ser examinada cuidadosamente y cualquier irregularidad deberá ser tratada como lo ordene el Ingeniero Supervisor. Las proporciones de concreto con cangrejeras deberán picarse en la extensión que abarquen tales defectos y el espacio rellenado o resanado con concreto o mortero y terminado de tal manera que se obtengan una superficie de textura similar a la del concreto circundante.

En general, los encofrados no deberán quitarse sin el permiso del Ingeniero Supervisor y en cualquier caso los encofrados deberán dejarse en su sitio como mínimo espacio de tiempo el contado desde la fecha de vaciado de concreto, de acuerdo a la siguiente tabla:

Muros.....	24 horas
Columnas.....	24 horas
Vigas.....	21 días
Aligerados, losas y escaleras.....	7 días

Los elementos extraños al encofrado deben ser eliminados.

Los separadores temporales deben ser retirados cuando el concreto llegue a su nivel, si es que no está autorizado que estos queden en obra.

Debe de inspeccionarse minuciosamente el encofrado de losas, que se encuentren en su posición correcta todas las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas, así como el refuerzo de acero.

### **Acero de Refuerzo**

#### **A. Acero**

Será de barras nuevas, corrugado, de grado 60. Todo el acero estará libre de pintura, aceite, suciedad y escamas de óxido. Se mantendrá dentro de los encofrados en la posición indicada en los planos, por medio de apoyos u otros dispositivos que aseguren el espaciamiento exacto y eviten el desplazamiento de las barras al vaciar el concreto.

El acero deberá tener las corrugaciones de acuerdo a la Norma ASTM-AG15, la carga de fluencia 42 kg./cm<sup>2</sup>, carga de rotura 5,900 kg/cm<sup>2</sup>, elongación en 20 cm. mínimo 8%.

#### **B. Habilitado**

Todas las armaduras de refuerzo deberán cortarse y doblarse según lo indicado en planos, con las tolerancias permitidas en las Normas ACI-318-95.

#### **C. Almacenaje y Limpieza**

El refuerzo se almacenará fuera del contacto con el suelo, protegido del polvo, tierra, suciedad, aceite, grasa y oxidación excesiva.

El refuerzo deberá limpiarse de escamas de laminado o cualquier capa que reduzca la adherencia.

#### **D. Colocación de Refuerzo**

La armadura se colocará de acuerdo a los planos y se asegurará contra cualquier desplazamiento durante el vaciado del concreto.

El recubrimiento del refuerzo se conseguirá mediante espaciadores de concreto.

No se permitirá redoblado ni enderezamiento del refuerzo.

#### **E. Empalmes**

Los empalmes por traslape de las armaduras tendrán las longitudes indicadas a continuación, debiendo evitarse estos empalmes en las zonas de máximo

momento positivo y negativo, así como en las zonas de las columnas para la armadura inferior de las vigas. En las columnas, los empalmes traslapados se harán en la mitad central de la columna.

Cualquier empalme no cubierto por estas especificaciones necesitará la aprobación del proyectista.

Por ningún motivo, se empalmará más del 50% de la armadura dentro de la longitud del traslape de una sección.

Longitud de empalmes en vigas

a) Barras Superiores

DIAMETRO	EMPALME
3/8"	35 cm.
1/2"	50 cm.
5/8"	60 cm.
3/4"	80 cm.
1"	140 cm.

b) Otras Barras

DIAMETRO	EMPALME
3/8"	35 cm.
1/2"	50 cm.
5/8"	60 cm.
3/4"	70 cm.
1"	100 cm.

Longitud de empalmes en columnas

DIAMETRO	EMPALME	
	H ≤ 0.30 m	H > 0.30 m
3/8"	40	60
1/2"	55	75
5/8"	70	95
3/4"	80	115
1"	110	150
1-3/8"	150	210

Estos valores de longitud de empalme son para el 50% o menos de las varillas cortadas.

En caso de cortar el 100% de varillas incrementar la longitud de empalme 60%.

### **Almacenamiento de Acero**

Todo elemento de acero a usarse en obra debe ser almacenado en depósito cerrado y no debe apoyarse directamente en el piso, para lo cual debe construirse parihuelas de madera de por lo menos 30 cm, de alto. El acero debe almacenarse de acuerdo con los diámetros sin tener necesidad de remover ni ejecutar trabajos excesivos de selección, debe de mantenerse libre de polvo; los depósitos de grasa, aceites y aditivos, deben de estar alejados del acero.

### **Juntas de Construcción**

Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de manera de no reducir la resistencia de la estructura. En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar el monolitismo del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales se dejarán llaves de dimensión igual al tercio del espesor, de 2.5 cm, en todo el ancho o largo del mismo.

Adicionalmente en todas las juntas horizontales, verticales o inclinadas se tratará la superficie del concreto hasta dejar descubierto el agregado grueso e inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se rociará la superficie con lechada de cemento.

## **05.01 Concreto en Zapatas $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos; el volumen de concreto se obtiene multiplicando el área de base por la altura.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por  $\text{m}^3$ .

**06.02 Encofrado y Desencofrado Normal para Zapatas****Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; el cómputo total del encofrado será la suma del área por encofrar de las zapatas.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**06.03 Acero Estructural Trabajado para Zapatas****Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

**06.04 Concreto en Viga de Cimentación F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>****Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos; el volumen de concreto se obtiene multiplicando el área de base por la longitud.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**05.06 Encofrado y Desencofrado Normal de Viga de Cimentación**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; el cómputo total del encofrado será la suma del área por encofrar de la viga.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**05.06 Acero Estructural Trabajado para Viga de Cimentación**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

**05.07 Concreto en Placas F'c =210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos, el volumen será el producto de la sección transversal por la altura. El volumen total es la suma de los volúmenes de todas las placas.

Tener en cuenta el f'c de cada placa especificado en planos.

**Condiciones de Pago**

La cantidad determinada según la unidad de medición, será pagada al precio unitario del contrato, y dicho pago constituirá la compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida.



**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados.

El área a considerar será la superficie neta encofrada, que será igual al perímetro de la sección transversal a encofrar multiplicada por la altura.

**Condiciones de Pago**

La cantidad determinada según la unidad de medición, será pagada al precio unitario del contrato, y dicho pago constituirá la compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida.

06.09 **Acero Estructural Trabajado para Placa**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

06.10 **Concreto en Columnas  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos; el volumen será la suma de los volúmenes de todas las columnas y el volumen de cada una será el producto de la sección transversal por la altura.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por  $\text{m}^3$ .

### 05.11 Encofrado y Desencofrado Normal de Columnas

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; el cómputo total del encofrado será la suma del área por encofrar de las columnas. El área de encofrado de cada columna se obtendrá multiplicando el perímetro de la sección transversal a encofrar por su altura.

#### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

### 05.12 Acero Estructural Trabajado para Columnas

Los parapetos nuevos que reemplazan a los demolidos, deberán tener columnetas de amarre según planos, en donde se especifica que el acero de refuerzo debe anclarse en losa y viga.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

#### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

### 05.13 Concreto en Vigas F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos, el volumen total del concreto será igual a la suma del volumen individual de todas las vigas. El volumen de cada viga será igual al producto de su sección transversal por la longitud.

#### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

#### 05.14 Encofrado y Desencofrado Normal en Vigas

##### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; el cómputo total del encofrado será la suma del área por encofrar de las vigas. El área de encofrado de una viga será el producto del perímetro de la sección transversal a encofrar por la longitud promedio de las caras laterales de las vigas. En el caso de vigas chatas que se confunden con el espesor de la losa, se considera el área de encofrado del fondo.

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

#### 05.15 Acero Estructural Trabajado para Vigas

##### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

#### 05.16 Losa Aligerada F'c 210kg/cm<sup>2</sup>

##### **Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cúbicos, el volumen total del concreto será igual a la suma del volumen individual de todas las viguetas más la losa.

El volumen de cada vigueta será igual al producto de su sección transversal por la longitud más el área de la superficie por el espesor de la losa.

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>3</sup>.

**05.17 Encofrado y Desencofrado Normal en Losas Aligeradas**

**05.19 Ladrillo Hueco de Arcilla 15 x 30 x 30 cm para Techo**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados; el cómputo total del encofrado será la suma del área por encofrar de las viguetas, para el encofrado se utilizará no sólo madera si no ladrillo hueco de arcilla 15 x 30 x 30cm.

Por lo tanto el área a encofrar será la superficie.

**05.18 Acero Estructural Trabajado para Losa Aligerada**

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

**05.20 Falso Piso Armado – Concreto 140 kg/cm<sup>2</sup> E=8”.**

Corresponde a un concreto 140, plano superficie rugosa, que se proyecta directamente donde el suelo natural o en el relleno. Se ejecutará una capa de 8” de espesor con concreto armado conformado por cemento, agregados y aceros, sirve de base a los pisos de planta baja.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es en metros cuadrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**05.21 Acero Estructural Trabajado para Falso Piso Armado****Método de Medición:**

La unidad de medición es en kilos; el peso del acero se obtendrá multiplicando las longitudes efectivamente empleadas por sus respectivas densidades, según planilla de metrados.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por kg. de acero habilitado y colocado en obra.

**05.22 Anclaje de Dowells 5/8" en Fondo de Vigas y Columnas****Descripción**

Esta partida se refiere a las barras de acero que deben colocarse en los elementos del concreto para la conexión de los nuevos elementos de refuerzo a la estructura existente.

**Perforación**

La perforación se efectuará mediante taladros de rotación percusión que no dañen el concreto circundante. El diámetro de la perforación será el necesario para que la barra corrugada ingrese y pueda ser rodeada íntegramente por la resina de anclaje. Antes de la perforación el Contratista deberá identificar las barras de refuerzo de vigas y columnas. En el proyecto se ha ubicado las perforaciones en zonas en las que no debería haber armadura en el elemento – columna o viga – existente; sin embargo el Contratista deberá certificar la ubicación de las barras longitudinales y transversales, mediante prospecciones con ultrasonido o mediante picados localizados y cuidadosos.

**Anclaje**

Los dowells serán anclados al concreto de los elementos existentes mediante resinas encapsuladas que al colocarse previamente son perforadas por la barra y la resina llena el espacio entre la barra y el concreto. Para los dowells verticales que atraviesan vigas, el espacio entre el dowell y las paredes de la perforación se inyectarán con resina epóxica. Las resinas deberán ser de marca reconocida, venir envases originales y responder a las normas técnicas vigentes. Antes de la aplicación de la resina las perforaciones se limpiarán de manera de eliminar el polvo y material suelto.

**Método de Medición:**

La unidad de medición de esta partida es la unidad (Und.) por anclaje instalado.

**Condiciones de Pago**

El pago de estas partidas será de acuerdo a la unidad de medición y constituirá compensación completa por los trabajos descritos incluyendo mano de obra, leyes sociales, materiales, equipo, imprevistos y en general todo el necesario para completar la partida.

**05.23 Adhesivos Epóxicos para Unir Concreto Fresco con Concreto Endurecido**

Esta partida se refiere a la aplicación de un adhesivo epóxico en toda la superficie de contacto de una estructura de concreto existente sobre el cual irá unida una estructura nueva de concreto, con la finalidad de recuperar el monolitismo. El Contratista presentará a la supervisión el producto a utilizar para su aprobación adjunto del Certificado de Calidad del Fabricante. El adhesivo epóxico a utilizar será Sikadur 32 ó similar y deberá cumplir con las Normas ASTM C-881, Standard Specification for Epoxy – Resin- Base Bonding System for Concrete.

**Control**

La supervisión verificará que el contratista durante la aplicación de adhesivo epóxico lo ejecuta de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas del fabricante.

**Método de Medición:**

La unidad de medición es m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

El pago de estas partidas será de acuerdo a la unidad de medición y constituirá compensación completa por los trabajos descritos incluyendo mano de obra, leyes sociales, materiales, equipo, imprevistos y en general todo lo necesario para completar las partidas.

**06.00 Muros de Albañilería**

La albañilería es el proceso constructivo determinado por el uso de unidades de ladrillo, los que se unen entre sí por medio del mortero para formar los muros.

Dada las dimensiones modulares de las unidades de albañilería permiten la ejecución de muros, los que por el tipo de aparejo pueden ser de cabeza, soga ó canto.

Por la función estructural los muros pueden ser portantes ó no portante (tabiques y parapetos).

Las propiedades de la unidad de albañilería que está asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- La resistencia a la compresión y tracción
- Variabilidad dimensional y alabeo
- Succión

Las propiedades de la unidad que están relacionados con la durabilidad de la albañilería son:

- La resistencia a la compresión y densidad
- Eflorescencias, absorción y coeficiente de saturación

### **El Mortero**

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración de aire y humedad.

El espesor de las juntas depende de:

- La perfección de las unidades
- Trabajabilidad del mortero
- Calidad de la mano de obra

El mortero está compuesto por cemento Yura, arena gruesa y agua.

El cemento funciona como aglomerante, mientras que la arena es un agregado inerte.

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla.

La arena, le proporciona estabilidad volumétrica a la mezcla y atenúa la contracción por secado.

El agua hidrata el cemento y da trabajabilidad a la mezcla.

La adherencia unidad – mortero se logra cuando las sales del cemento son absorbidos por la unidad de albañilería, cristalizándose en sus poros.

La adherencia se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones y rugosidades de la unidad, formando una especie de llave de corte entre las hiladas.

Es necesario que el mortero se extienda sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad de asentar, para lograr esto, la mezcla debe ser trabajable.

La trabajabilidad del mortero debe conservarse durante todo el proceso de asentado.

El mortero debe tener la capacidad de mantener su consistencia y continuar siendo trabajable.

**Cemento**

Se usarán solamente Cemento Portland

**La Arena**

La arena deberá ser limpia, libre de materia orgánica, con granos redondeados y con la siguiente granulometría:

Malla ASTM N	% que pasa
4	100
8	95 – 100
100	25 (máximo)
200	10 (máximo)

No debe usarse arena de mar, debido a las sales que contiene.

**Agua**

Debe ser limpia, potable, libre de materias orgánicas y sustancias (aceite, ácido, etc.).

El agua será fresca, limpia y bebible. No se usará agua de acequia u otras que contengan materias orgánicas.

En los planos y/o especificaciones deberá encontrarse especificada las proporciones del mortero.

**Mano de Obra**

Deberá utilizarse únicamente mano de obra calificada.

Es importante vigilar los siguientes puntos:

El humedecimiento y/o limpieza de la unidad de albañilería según sea el caso.

La alineación y aplomado.

Las juntas serán de 15 mm como máximo. y 10 mm. como mínimo.

El procedimiento de asentado, particularmente la presión sobre las unidades de albañilería durante la colocación.

El llenado total de juntas verticales del mortero.

La calidad de la albañilería mejora con la mano de obra y la supervisión de obra.

**06.01 Muro de Ladrillo Kk Tipo Iv Cabeza M: 1:1:4 E= 1.5 cm****06.02 Muro de Ladrillo Kk Tipo Iv Soga M: 1:1:4 E=1.5 cm**

El ladrillo es la unidad de albañilería fabricada con arcilla, mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicato de aluminio hidratado, fabricados con máquinas, el proceso del moldaje exige el uso de arena para evitar que la arcilla se adhiera a los

moldes, dándole con esto un acabado característico en cuanto se refiere a sus dimensiones, resistencia a los esfuerzos y cierta permeabilidad.

El ladrillo de arcilla es consecuencia del tratamiento de la arcilla seleccionada, mezclado con adecuada proporción de agua, y arena elaborado en secuencias sucesivas de mezclado e integración de la humedad, moldeo, secado y cocido en hornos a una temperatura del orden de 1000°C.

Los ladrillos de arcilla cocido que se especifican deben de satisfacer ampliamente las Normas Técnicas de ITINTEC 331-017/78 y el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto no se opongan a las Normas de ITINTEC. Para el efecto de estas especificaciones se ha determinado el uso de ladrillo Tipo V por su resistencia y durabilidad apropiado para las condiciones de servicio de la edificación. Si en los planos se indica otro tipo de ladrillo este deberá tener en cuenta que deben de cumplir con las Normas de ITINTEC y el Reglamento Nacional de Construcciones.

### **Condiciones Generales**

Los ladrillo a emplearse en las obras de albañilería deberán cumplir con las siguientes condiciones:

#### **Resistencia**

Resistencia a la compresión mínima de 180 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Dimensiones**

Los ladrillos tendrán dimensiones exactas y constantes. Los ladrillos KK 18 huecos serán de 24 x 13 x 9 cm.

En cualquier plano paralelo la superficie de asiento debe tener un área equivalente al 75% o más del área bruta en el tiempo plano.

#### **Textura**

Homogénea, grano uniforme.

#### **Superficie**

La superficie de asiento debe ser rugosa y áspera.

#### **Coloración**

Rojizo amarillento, uniforme.

### **Dureza**

Inalterable a los agentes externos, al ser golpeados con el martillo emitan un sonido metálico.

### **Presentación**

El ladrillo tendrá aristas vivas bien definidas con dimensiones exactas y constantes. Se rechazarán los ladrillos que presenten los siguientes defectos:

Los sumamente porosos, desmenuzables, permeables, insuficientemente cocidos, los que al ser golpeados con el martillo emitan un sonido sordo. Que presenten resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas, los vidrios, deformes y retorcidos.

Los que contengan materias extrañas, profundas o superficiales como conchuelas, grumos de naturaleza calcárea, residuos de materiales orgánicos, manchas y vetas de origen salitroso.

La Supervisión de Obras velará constantemente por el fiel cumplimiento de estas especificaciones desechando los lotes que no estén de acuerdo con lo que se determina, no siendo esta medida causal para prórroga de plazo de entrega de la obra, abono de adicionales y otros.

### **Ejecución**

La ejecución de la albañilería será prolija. Los muros quedarán perfectamente aplomados y las hiladas bien niveladas, guardando uniformidad en toda la edificación.

La unidad debe tener una succión adecuada al instante de asentarla, de manera que su superficie se encuentre relativamente seca y su núcleo esté saturado.

Para lo cual verterá agua a los ladrillos previamente al asentado, de forma tal que queden humedecidos y no absorban el agua del mortero, quedando de la forma descrita en el párrafo anterior.

No se permitirá agua vertida sobre el ladrillo puesto en la hilada anterior en el momento de la colocación del nuevo ladrillo.

La succión de las unidades de albañilería en el momento de asentados debe estar comprendida entre 10 a 20 gr./ 2000 cm<sup>2</sup> – min.

Si el muro se va a levantar sobre los sobrecimientos se mojará la cara superior de estos. El procedimiento será levantar simultáneamente todos los muros de una sección, colocándose los ladrillos sobre una capa completa de mortero extendida íntegramente

sobre la anterior hilada, rellorando luego las juntas verticales con la cantidad suficiente de mortero.

El espesor de las juntas será 1.5 cm, promedio con un mínimo de 1.0 cm, y máximo de 1.5 cm. Se dejarán tacos de madera en los vanos que se necesiten para el soporte de los marcos de las puertas o ventanas.

Los tacos serán de madera seca, de buena calidad y previamente alquitranados; de dimensiones 2" x 3" x 8" para los muros de cabeza y de 2" x 3" x 4" para los de soga, llevarán alambres o clavos salidos por tres de sus caras para asegurar el anclaje con el muro. El número de tacos pro vanos no será menor de 6, estando en todos los casos supeditado el número y ubicación de los tacos a lo que indiquen los planos de detalles.

El ancho de los muros será el indicado en los planos. El tipo de aparejo será tal que las juntas verticales sean interrumpidas de una a otra hilada, ellas no deberán corresponder ni aún estar vecinas al mismo plano vertical para lograr un buen amarre.

En la sección de cruce de dos o más muros se asentarán los ladrillos en forma tal, que se levanten simultáneamente los muros concurrentes. Se evitarán los endentados y las cajuelas para los amarres en las secciones de enlace de dos ó más muros. Solo se utilizarán los endentados para el amarre de los muros con columnas esquineras o de amarre. Mitades o cuartos de ladrillos se emplearán únicamente para el remate de los muros. En todos los casos la altura máxima de muro que se levantará por jornada en los muros que se entrecrucen.

Resumiendo el asentado de los ladrillos en general, será hecho prolijamente y en particular se pondrá atención a la calidad de ladrillo, a la ejecución de las juntas, al aplomo del muro y perfiles de derrames, a la dosificación, preparación y colocación del mortero así como la limpieza de las caras expuestas de los ladrillos. Se recomienda el empleo de escantillón.

Para todo lo no especificado deberán ceñirse a lo indicado en el Reglamento Nacional de Construcciones.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medición es por metro cuadrado, se determinará el área neta total, multiplicando cada tramo por su longitud y altura respectiva y sumando los resultados.



Se descontará el área de vanos o aberturas y las áreas ocupadas por columnas y dinteles. Este metrado debe corresponder al avance ejecutado y aceptado por el supervisor de la obra.

### **Condiciones de Pago**

La cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario del contrato, y dicho pago constituirá compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida.

### **09.00 Revoques Enlucidos y Molduras**

Consiste en la aplicación de morteros o pastas, en una o más capas sobre la superficie exterior o interior de muros y tabiques, columnas, vigas o estructuras en bruto, con el fin de vestir y formar una superficie de protección u obtener un mejor aspecto en los mismos. Puede presentar capas lisas o ásperas.

#### **09.01 Tarrajeo Muros: Interior y Exterior**

#### **09.02 Tarrajeo en Superficies de Placas y Columnas con Cem – Arena**

#### **09.03 Tarrajeo en Superficies de Vigas con Cem – Cal – Arena**

Esta sección comprende trabajos de acabados factibles de realizar en muros, placas, columnas, cielorraso y otros elementos, salvo indicaciones en paramentos interiores o exteriores, etc.

Durante el proceso constructivo deberá tomarse en cuenta todas las precauciones necesarias para no causar daño a los revoques terminados.

Todos los revoques y vestiduras serán terminados con nitidez en superficies planas y ajustando los perfiles a las medidas terminadas, indicadas en los planos.

La mano de obra y los materiales necesarios deberán ser tales que garanticen la buena ejecución de los revoques de acuerdo al proyecto arquitectónico.

El revoque será ejecutado, previa limpieza y humedecimiento de las superficies donde debe ser aplicado.

La mezcla de mortero será de la siguiente proporción:

Mortero de cemento – arena para pañateo y remates, proporción: 1:5.

Estas mezclas se preparan en bateas de madera perfectamente limpias de todo residuo anterior.

El tarrajeo se hará con cintas de la misma mezcla, perfectamente alineadas y aplomadas aplicando las mezclas pañateando con fuerza y presionando contra los

paramentos para evitar vacíos interiores y obtener una capa no mayor de 2.5 cm. dependiendo de la uniformidad de los ladrillos.

La superficie a obtener será plana, sin resquebrajaduras, eflorescencias o defectos. Los tubos de instalación empotrados deberán colocarse a más tardar antes del inicio del tarrajeo, luego se resanará la superficie dejándola perfectamente al ras sin que ninguna deformidad marque el lugar en que ha sido picada la pared para este trabajo.

La arena para el mortero deberá ser limpia, exenta de sales nocivas y material orgánico, asimismo no deberá tener arcilla con exceso de 4%, la mezcla final del mortero debe zarandearse esto por uniformidad.

El tarrajeo de cemento pulido llevará el mismo tratamiento anterior, espolvoreando al final cemento puro.

Para las obras cercanas al mar se debe considerar el tarrajeo en ambas caras de los muros, como protección del mismo.

#### **Condiciones de Pago**

La cantidad determinada por metro cuadrado, será pagada al precio unitario del contrato y aceptada por el Supervisor de la Obra.

#### **09.04 Cielorraso**

El tratamiento del cielorraso será de dos clases:

- a. En las áreas exteriores voladizos del aligerado se aplicará una mezcla en proporción 1:5 cemento - arena, igualmente en las áreas interiores, con el sistema de cinta.
- b. En caso que se produzca encuentros con otros planos ya sean estructurales o de albañilería con el cielorraso, se colocarán bruñas de 1 x 1cm., esta bruña se ejecutará con "palo de corte" que corra apoyándose sobre reglas.

Con el fin de evitar ondulaciones será preciso aplicar la pasta de inmejorables condiciones de trabajabilidad.

Para el tratamiento de estas superficies se encuentran indicaciones en el cuadro de acabados.

#### **Condiciones de Pago**

La cantidad determinada por metro cuadrado, será pagada al precio unitario del contrato y aceptada por el supervisor de la obra.

## 10.00 **Pisos y Pavimentos**

### **Generalidades**

Se denomina piso, al acabado final de una superficie destinada especialmente al tránsito de personas, efectuando sobre el suelo natural o la parte superior de techos y que proporciona a la vez firmeza y belleza.

El rubro incluye los pavimentos que son superficies de tránsito vehicular, porque frecuentemente las obras de edificación tienen áreas de circulación interna para vehículos, como estacionamiento, pistas, etc. así como veredas destinadas al tránsito de peatones.

### **Condiciones de Pago**

El pago de estos trabajos se hará de acuerdo al precio que figura en el presupuesto, previa aprobación del Supervisor.

## 10.01 **Vereda de Concreto F'c = 140 kg/cm<sup>2</sup>**

### **Descripción**

Este sub piso se construirá en los exteriores de la construcción. La vereda es una capa conformada por la mezcla de cemento y agregados con una resistencia de 140 kg/cm<sup>2</sup> y un espesor de 4", con una pasta 1:2.

### **Método de Construcción:**

Para construir la vereda regirán las mismas especificaciones anotadas para pisos de concreto. En términos generales antes de proceder al vaciado se apisonará bien, dejando nivelado el terreno. Se mojará abundantemente el terreno y sobre el se construirá un falso piso de 4".

Nivelación de la Vereda.- Se ejecutará de acuerdo al mismo nivel del piso terminado de la Municipalidad. La vereda, mantendrán la misma pendiente de la vereda actual, inclinación hacia las pistas o jardines.

El revestimiento a la superficie terminada se dividirá en paños con bruñas, según se indica en los planos; los bordes de la vereda se rematarán con bruña de canto.

Curado de la Vereda.- Regirán las mismas especificaciones para estructuras de concreto.

### **Método de Medición:**

La unidad de medida será el m<sup>2</sup>.

Las veredas se medirán por la superficie a la vista, sin considerar el sardinel.

El área de la superficie de obtendrá multiplicando el ancho de la sección transversal, medida desde el filo interior del sardinel, por la longitud real de la vereda. En la unidad no se incluirá la preparación del terreno, que deberá figurar en las partidas correspondientes de este documento.

Las veredas con materiales y características diferentes deben figurar en partidas independientes.

## 10.02 Piso de Loseta Veneciana A=2.5 cm

### **Descripción**

En el cuadro de acabados se muestran los ambientes que llevan estos pisos.

### **Materiales**

Losetas venecianas de color claro con granalla N° 23, basado en cemento blanco.

### **Métodos de Construcción:**

Previamente a la colocación, se hará un emplantillado, tratando en lo posible de evitar cartabones; se comenzará el emplantillado de preferencia por la esquina del ambiente más cercano a la puerta.

Para colocar las losetas sobre el falso piso o losa de concreto, se hará uso de una "cama de asiento", la cual no debe abarcar una superficie mayor que la que se pueda trabajar antes que el mortero haya empezado a fraguar.

### Mezcla para la "Cama de Asiento"

Usar un mortero de cemento y arena en proporción 1:5.

El mortero debe ser seco y obedecerá a las normas establecidas.

Espesor de la "cama de asiento" es de 1".

### Colocación de Losetas

Sobre el mortero firme y fresco de la cama de asiento, serán colocadas, presionándolas hasta que ocupen su nivel definitivo. Las losetas se colocarán mojadas. Por medio de cordeles se controlará el alineamiento de las juntas de las losetas y se conseguirá la compartición de los distintos ambientes del número entero o fraccionado de losetas.

Se ejecutarán niveles de piso terminado, con listones de madera bien perfilados y sujeta al falso piso con mortero de yeso. Con estos niveles se controlará constantemente la colocación de losetas.



En general, todos los trabajos con losetas, serán hechos en forma tal, que llenen debidamente todos los espacios, a fin de que donde sea posible, no haya losetas menores a la mitad de su dimensión total.

Todas las intersecciones y vueltas en los trabajos de losetas serán formadas perfectamente y las losetas que se corten, serán nitidamente.

Donde haya una rejilla de desagüe o sumidero en los pisos, las superficies acabadas tendrán un declive hacia el botadero o como se indique en los planos.

Las superficies serán terminadas con nitidez, perfectamente planas, con las juntas bien alineadas, sin resaltes, ni defectos. Se pondrá especialmente interés en lograr el nivel exacto del piso terminado.

#### Fraguado de Losetas

Pasta de cemento puro con polvo de color de la loseta y agua se hará previamente un primer fraguado con cemento corriente sin colorante que ocupará los 2/3 del mosaico. La junta se rellenará vertiendo la mezcla sobre el mosaico y haciéndola penetrar por medio de un barrido con escoba.

Llenados así los 2/3 de la junta con una mezcla corriente y fluida, se irán a un segundo fraguado o "refraguado" con la pasta coloreada. El "Refraguado" se aplicará según el mismo sistema de barrido, hasta llenar completamente las juntas.

Se tomarán precauciones para no pisar las losetas recientemente asentadas y para ejecutar el fraguado deberá realizarse después de las 6 horas y antes de las 48 horas de asentadas las losetas.

El espesor de las juntas será mínimo. Las losetas se colocarán tan juntas como se pueda, mientras que ello no afecte a su alineamiento 1 a 1.5 mm.

#### **Método de Medición:**

La unidad de medida será el m<sup>2</sup>.

#### **Condiciones de Pago**

Se pagará por metro cuadrado terminado, instalado, incluyendo los accesorios necesarios. El precio unitario incluye el pago por material, mano de obra, equipo, herramientas y cualquier imprevisto necesario para su buena colocación.

**11.00 Zócalos****Generalidades**

Los zócalos forman parte de los revestimientos con la diferencia que se ejecutan en la parte baja del parámetro.

Los zócalos se ejecutarán en los ambientes indicados en los planos y/o cuadro de acabados.

**11.01 Zócalos de Mayólica Blanca de 15 x 15 de 1ra****Descripción**

Se ejecutarán en los ambientes de baños u otros que se especifican en los planos. Se realizarán después de terminados los revoques de las paredes del ambiente y después de ejecutados los contrazócalos si los hubiera.

**Materiales**

La mayólica será nacional de primera, el color será de acuerdo a lo indicado en los planos, de 0.15m. x 0.15m. ó 0.30m. x 0.30m., mezcla 1:4 (cemento-arena) para la capa de asiento.

Porcelana para el fraguado será de acuerdo al color de la mayólica.

**Método de Construcción:**

Los parámetros o muros indicados, se aplicarán sobre tarrajeo primario perfectamente uniforme, rayado (superficie rugosa) y limpio el que se humedecerá convenientemente antes de la colocación del enchape.

Sobre este tarrajeo se aplicará una capa de asiento (cemento - arena 1:4) con un espesor no menor de 5 mm.

Se limpiará la superficie superior del contrazócalo, si lo hubiera, y se comprobará su nivel.

La altura de los zócalos, según el cuadro de acabados comprenderá a un número entero de mosaicos.

La nivelación del contrazócalo debe ser perfecta y constante para que la construcción del zócalo sea correcta.

Se controlará la verticalidad del zócalo con la plomada de albañil de manera que zócalo, contrazócalo y revoques estén a plomo. No deberán emplearse medias mayólicas y donde sea necesario su uso serán cortadas nitidamente.



En las duchas el zócalo y el piso de mayólica se encontrarán octogonalmente, interceptándose ambos planos en una línea derecha. Los alineamientos de los zócalos de las duchas serán los mismos que los zócalos de mayólicas.

La mayólica ya asentada se fraguará con pasta de porcelana pura. El fraguado deberá realizarse después de las 6 horas y antes de las 24 horas de colocada la mayólica. Se tendrá cuidado de eliminar el mortero de la cama de asiento que puede llenar la junta, al presionar la mayólica en su asentado. De no realizarse este limpiado se correrá el riesgo de que aparezca manchas y veteados de desagradable aspecto en el zócalo, que no serán admitidos.

La pasta de porcelana será seca y acomodada a presión con espátula o cualquier otro sistema que asegure la penetración de la pasta en la junta. Terminado el cuñado de la pasta en la junta, se limpiará el zócalo con un trapo. Esta operación igualará la pasta en toda la junta y dejará limpia de ella el zócalo. El fraguado deberá realizarse después de las 6 horas de colocada la mayólica. Al entregarse la obra, el zócalo estará lavado y libre de defectos.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será el m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**12.00 Vidrios y Carpintería**

**12.02 Colocación de Ventanas Metálicas**

**12.03 Colocación de Puertas Metálicas**

**12.04 Colocación de Puertas de Madera**

Se tendrán en cuenta el tipo de material ha usar (modelo y dimensiones).

La mano de obra será calificada, las puertas y ventanas serán hechas y resanadas con garantía, de manera que aseguren un buen funcionamiento al darle uso.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será la unidad

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos de estas partidas serán pagados según las cantidades de medidas del párrafo anterior, y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

**12.05 Vidrios Simples Nacionales C/R****Descripción**

Comprende la provisión y colocación de vidrios para puertas, ventanas, mamparas y otros elementos donde se especifiquen, incluyendo a la unidad todos los elementos necesarios para su fijación, como ganchos, masilla, junquillos, etc.

Se instalarán en lo posible después de terminados los trabajos del ambiente.

**Materiales**

Se utilizarán vidrios transparentes o translúcidos, simples. En general serán instalados de acuerdo al fabricante y a los planos, sin fallas ni burbujas de aire ni alabeamientos.

Para el caso de vidrios de producción nacional se llama vidrio simple o corriente al que tiene un espesor aproximado de 2.2 mm., semidoble o medio doble al que tiene un espesor aproximado de 3.0 mm., doble al que tiene un espesor aproximado de 4.0 mm., triple al que tiene un espesor aproximado de 6.00 mm., impresos al que presenta distintos relieves.

**Método de Construcción:**

Se colocaran de acuerdo a la recomendación dada por el fabricante.

Habiendo ya colocado los vidrios, serán éstos marcados o pintados con una lechada de cal, para evitar impactos o roturas por el personal de la obra.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será Pie cuadrado ( $P^2$ ).

**Condiciones de Pago**

Se pagará por pie cuadrado o metro cuadrado instalado (puertas, ventanas). El precio unitario incluye el pago por material, mano de obra, equipo, herramientas y cualquier imprevisto necesario para su buen acabado.

**13.00 Pintura****Generalidades**

Este rubro comprende todos los materiales y mano de obra necesarios para la ejecución de los trabajos de pintura en la obra (paredes, cielorasos, vigas, contrazócalos, revestimientos, carpintería en general, etc).



La pintura es el producto formado por uno o varios pigmentos con o sin carga y otros aditivos dispersos homogéneamente, con un vehículo, que se convierte en una película sólida; después de su aplicación en capas delgadas y que cumple con una función de objetivos múltiples. Es un medio de protección contra los agentes destructivos del clima y el tiempo un medio de higiene que permite lograr superficies lisas, limpias y luminosas, de propiedades asépticas, un medio de ornato de primera importancia y un medio de señalización e identificación de las cosas y servicios.

#### Requisitos de Pinturas

1. La pintura no deberá ostentar un asentamiento excesivo en su recipiente abierto, y deberá ser fácilmente redispersada con una paleta hasta alcanzar un estado suave y homogéneo. La pintura no deberá mostrar engrumecimiento, decoloración, ni separación del color, y deberá estar exenta de terrenos y natas.
2. La pintura al ser aplicada deberá extenderse fácilmente con la brocha, poseer cualidades de enrasamiento y no mostrar tendencias al escurrimiento o a correrse al ser aplicada en las superficies verticales y lisas.
3. La pintura no deberá formar nata, en el envase tapado en los períodos de interrupción de la faena de pintado.
4. La pintura deberá secar dejando un acabado liso y uniforme, exento de aspereza, granos angulosos, partes disparejas y otras imperfecciones de la superficie. El contratista propondrá las marcas de pintura a emplearse. Los colores serán determinados por el cuadro de acabados o cuadro de colores, o en su defecto por el Proyectista encargado de la obra.

El Contratista será responsable de los desperfectos o defectos que pudieran presentarse, hasta (60) días después de la recepción de la obra, quedando obligado a subsanarlas a entera satisfacción.

#### Materiales

La pintura a utilizar será de látex, de primera calidad en el mercado, de marcas de reconocido prestigio nacional; todos los materiales deberán ser llevados a la obra en sus respectivos envases originales. Los materiales que necesiten ser mezclados, lo serán en la misma obra.

Aquellos que se adquieran listos para ser usados, deberán emplearse sin alteraciones y de conformidad con las instrucciones de los fabricantes. No se permitirá el empleo de imprimaciones mezcladas por el sub-contratista de pintura, a fin de evitar falta de adhesión de las diversas capas entre sí.

**Método de Construcción:****En Muros**

Antes de comenzar la pintura, será necesario efectuar resanes y lijado de todas las superficies, las cuales llevarán una base de imprimantes de calidad, debiendo ser éste de marca conocida.

Se aplicarán dos manos de pintura. Sobre la primera mano de muros y cielo rasos, se harán los resanes y masillados necesarios antes de la segunda mano definitiva.

No se aceptarán, sino otra mano de pintura del paño completo.

Todas las superficies a las que se debe aplicar pintura, deben estar secas y deberán dejarse tiempos suficientes entre las manos o capas sucesivas de pintura, a fin de permitir que ésta seque convenientemente.

Ningún pintado exterior deberá efectuarse durante horas de lluvia, por menuda que ésta fuera. Las superficies que no puedan ser terminadas satisfactoriamente con el número de manos de pintura especificadas deberán llevar manos adicionales según requieran para producir un resultado satisfactorio sin costo adicional alguno para el propietario.

**Tipos de Pinturas**

La aplicación de la pintura se hará de acuerdo a lo estipulado en el cuadro de acabados y colores serán determinados por el Proyectista y/o el Propietario de acuerdo con las muestras que presentarán el contratista.

**Imprimante**

Es una pasta basado en látex a ser utilizado como imprimante.

Deberá ser un producto consistente al que se le pueda agregar agua para dale una viscosidad adecuada para aplicarla fácilmente.

En caso necesario el Contratista podrá proponer y utilizar a la humedad, permitiendo la reparación de cualquier grieta, rajadura, porosidad y aspereza. Será aplicada con brocha.

**13.01 Pintura Látex 2 Manos en Cielo Raso****13.02 Pintura Látex 2 Manos en Vigas**

Pintura a base de "Látex

Son pintura tipo supermate, superlátex o similares, compuesta de ciertas dispersiones en agua de resinas insolubles; que forman una película continua, al evaporarse el agua.

La pintura entre otras características, debe ser resistente a los álcalis del cemento, resistente a la luz y a las inclemencias del tiempo.

Se aplicará en los ambientes indicados en los planos respectivos, una mano de imprimación y 2 manos de pintura como mínimo.

Debe soportar el lavado con agua y jabón sin sufrir alteraciones en su acabado.

Se aplicará una mano de imprimante y dos manos con pintura a base de látex sintético.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**13.03 Pintura Látex 2 Manos en Muros y Columnas**

**Pintura a Base de “Látex”**

Son pintura tipo supermate, superlátex o similares, compuestas de ciertas dispersiones en agua de resinas insolubles; que forman una película continua, al evaporarse el agua.

La pintura entre otras características, debe ser resistente a los álcalis del cemento, resistente a la luz y a las inclemencias del tiempo.

Se aplicarán en los ambientes indicados en los planos respectivos, una mano de imprimación y 2 manos de pintura como mínimo.

Debe soportar el lavado con agua y jabón sin sufrir alteraciones en su acabado.

Se aplicará una mano de imprimante para muros y dos manos con pintura a base de látex polivinílico.

En todas las superficies exteriores por pintar, se aplicará una mano de imprimante y dos manos de pintura formulada especialmente para resistir intemperies.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será en m<sup>2</sup>.

**Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados, según las cantidades medidas señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

**13.04 Pintura Anticorrosiva y Esmalte 2 Manos Pta / Vent.****Pintura Anticorrosiva**

Es un producto elaborado con resinas sintéticas debidamente plastificadas y con pigmentos inhibidores del óxido. Los elementos a pintarse se limpiarán bien, eliminando los restos de escoria, óxido, etc. y luego se aplicarán dos manos de pintura base compuesta de cromado de zinc. Se debe formar una película fuerte con buena durabilidad al exterior, máxima adherencia y prácticamente nula absorción de humedad.

**Esmalte**

Son pinturas en las cuales el vehículo no volátil, está constituido por una mezcla de aceites secantes (crudos, tratados o sintéticos) y de resinas naturales o artificiales, óleo soluble o constituyendo un sistema homogéneo. Esta pintura puede ser brillante o mate, según la proporción de pigmentos y su fabricación.

La pintura a usar será de primera calidad en el mercado y de marca de reconocido prestigio.

**Color**

La selección de colores será hecha por el Consultor en coordinación con el Proyectista y las muestras se realizarán en los lugares mismos donde se va a pintar, y en forma tal que se pueden ver con la luz del ambiente.

**Aceptación**

Se rechazará el esmalte que no cumpla las características y calidad establecidas.

**Preparación de las Superficiales**

Las piezas de carpintería de fierro deberán ser revisadas para detectar puntos o cordones de soldadura, los que serán eliminados por medio de lima o esmeril, igualmente se quitará el óxido y se limpiarán cuidadosamente antes de recibir la pintura anticorrosiva de taller. Antes de efectuar la pintura definitiva se quitará el polvo y eliminarán las salpicaduras de cemento o yeso, las manchas de grasa o de otras sustancias extrañas y se aplicará una nueva mano de anticorrosivo.

### **Procedimiento de Ejecución**

La pintura a usarse será extraída de sus envases originales y se empleará sin adulteración alguna, procediendo en todo momento de acuerdo a las especificaciones proporcionadas por los fabricantes.

La pintura se aplicará en capas sucesivas a medida que se vayan secando las anteriores.

Se dará un mínimo de 2 manos.

### **Método de Medición:**

La unidad de medida será en m<sup>2</sup>.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario, es decir por m<sup>2</sup>.

## **14.00 Varios**

Todos los escombros y desechos producto de los retiros y demoliciones serán trasladados a un lugar determinado próximo al exterior y coordinado con la Supervisión desde donde sea fácil su evacuación final.

Para todo traslado interno de escombros se utilizará únicamente latas y palas para su abastecimiento, para el traslado en áreas exteriores se utilizarán buguis con llanta de jebe, el contratista tomará las precauciones necesarias para no dañar los pisos existentes.

Los circuitos de traslado de escombros serán los más directos a las salidas al exterior y los pisos por donde se efectuará el tránsito será protegido con tabloncillos de madera sobre durmientes.

No se permitirá acumular más de 10 m<sup>3</sup> de escombros y serán eliminados dentro de las 48 horas de efectuados los trabajos.

### **Métodos de Medición:**

La unidad de medida será global.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.



#### **14.01 Junta de Construcción con Teknoport**

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se utilizará teknoport de 1' x 4' x 8' entre ambos pabellones.

##### **Métodos de Medición:**

La unidad de medida será m<sup>2</sup>

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

#### **14.02 Limpieza Permanente en Obra**

Todo los escombros y desechos producto de los retiros y demoliciones serán trasladados a un lugar determinado próximo al exterior y coordinado con la Supervisión desde donde sea fácil su evacuación final.

Para todo los traslados interno de escombros se utilizará únicamente latas y palas para su abastecimiento, para el traslado en áreas exteriores se utilizará buguis con llanta de jebe, el contratista tomará las precauciones necesarias para no dañar los pisos existentes.

Los circuitos de traslados de escombros serán los más directos a las salidas al exterior y los pisos por donde se efectuará el tránsito será protegido con tabloncillos de madera sobre durmientes.

No se permitirá acumular más de 10 m<sup>3</sup> de escombros y será eliminada dentro de las 48 horas de efectuados los trabajos.

##### **Métodos de Medición:**

La unidad de medida será global

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

#### **20.00 Instalaciones Sanitarias**

##### **Generalidades**

El presente capítulo, dentro de las especificaciones de la obra, corresponde al Proyecto de Instalaciones Sanitarias.



Los que servirán para la elaboración del presupuesto y del procedimiento de construcción, se complementan entre ellos en forma que más adelante se detalla.

**Condiciones Generales:**

- a. Este capítulo está coordinado y completa con las condiciones generales de construcción del edificio.
- b. Aquellos items de las condiciones generales o especiales que se repitan en este capítulo de las especificaciones, tienen como finalidad atraer sobre ellos atención particular, insistiéndose a fin de evitar la omisión de cualquier condición general o especial.
- c. Donde en cualquier especificación, proceso o metrado de construcción o material se ha dado nombre de fabricante o número de catálogo, se entiende que es simple referencia.
- d. Cualquier trabajo, material o equipo que no se muestra en las especificaciones, pero que aparezca en los planos o metrados y viceversa y que se necesita para completar las instalaciones sanitarias, serán suministradas e instaladas.
- e. Detalles menores de trabajos y materiales no usualmente mostrados en los planos, especificaciones o metrados, pero necesarios para la instalación, deben ser incluidos en el trabajo del contratista, de igual manera que si se hubiera mostrado en los documentos mencionados.
- f. En la oferta el contratista notificará, por escrito, de cualquier material o equipo que se indique y considere posiblemente inadecuado o inaceptable, de acuerdo a las leyes, reglamentos y ordenanzas de las autoridades competentes, así como cualquier trabajo necesario de haya sido omitido.

**Objeto**

- 1) Las especificaciones y metrados deben facilitar la realización del trabajo dentro de las normas de una buena obra.
- 2) Por medio de esta se debe concluir y dejar listo para funcionar, probar y usar todos los sistemas de agua y desagüe del edificio.

**Aprobaciones**

1. En la propuesta se debe indicar las características de los materiales a emplearse, tales como nombre del fabricante, tipo, tamaño, modelo, etc.
2. Las especificaciones de los fabricantes referentes a la instalación de los materiales, deben seguirse estrictamente y pasarán a formar parte de estas especificaciones.

**Materiales**

1. Los materiales a usarse deben ser nuevos, de reconocida calidad, de primer uso y de utilización actual en el mercado nacional o internacional.
2. Los materiales deben ser guardados en la obra en forma adecuada, siguiendo las indicaciones dadas por el fabricante o manuales de las instalaciones.
3. Por no estar colocados como es debido ocasionan daños a personas o equipos, los eventuales daños deben ser reparados por cuenta del contratista.

**Condiciones de Obra**

1. Cualquier cambio durante la ejecución de la obra que obligue a modificar el proyecto original, será motivo de consulta y aprobación del proyectista.
2. El contratista para la ejecución del trabajo de instalaciones sanitarias, deberá chequear el proyecto con los correspondientes de:
  - Arquitectura
  - Estructuras
  - Instalaciones Eléctricas

A fin de evitar posibles interferencias durante la ejecución de la obra.

Deberá comunicarse por escrito de existir éstas.

3. Para determinar la ubicación exacta de las salidas se deben tomar medidas en la obra, pues las que aparecen en los planos son aproximados por exigirlos así la facilidad de lectura de éstas.
4. No deben ubicarse salidas en lugares inaccesibles.
5. Las mencionadas o cualquier detalle que aparezca en los planos en forma esquemática y cuya posición no estuviese definida, será motivo de consulta para la ubicación final.
6. Si el contratista durante la construcción del edificio precisa energía eléctrica, agua potable, para riesgos, etc. deberá hacerlo asumiendo por cuenta y riesgo los gastos que ocasionan.
7. Al concluir el trabajo se deben eliminar todos los desperdicios ocasionados por materiales y equipos empleados.

**20.00 Aparatos Sanitarios y Accesorios****20.01 Desinstalación de Aparatos Sanitarios**

Se retirarán los aparatos sanitarios, teniendo cuenta de no ocasionar alguna ruptura interna en la instalación; para mejora del ambiente.

**Método de Medición:**

La unidad de medida será la unidad.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados, según las cantidades medidas señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

### **20.02 Colocación de Aparatos Sanitarios**

La colocación de aparatos sanitarios tendrá en cuenta lo siguiente:

- Tipo de aparato a colocar (modelo, dimensiones)
- Conexiones a realizar (agua, desagüe)
- Tipo de grifería
- Montaje (proceso de montaje, colocación de empaquetaduras, soportes de sujeción, pernos de fijación, fraguado final).

La mano de obra será calificada, los accesorios serán de calidad garantizada, de manera que se asegure un buen funcionamiento del aparato sanitario a colocar.

### **Método de Medición:**

La unidad de medida será la unidad.

### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados, según las cantidades medidas señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

### **22.00 Instalaciones Eléctricas**

#### **Generalidades**

#### **TUBO PLASTICO RIGIDO**

Fabricados a base de la resina termoplástica policloruro de vinilo (PVC) no plastificado, rígido, resistente a la humedad y a los ambientes químicos, retardantes de la llama, resistentes al impacto, al aplastamiento y a las deformaciones provocadas por el calor en las condiciones normales de servicio y, además resistentes a las bajas temperaturas, de acuerdo a la Norma ITINTEC N°399.006

De sección circular, de paredes lisas. Longitud del tubo de 3.00 m., incluida una campana en un extremo. Se clasifican según su diámetro nominal en mm.

Clase Pesada: Se fabrican de acuerdo a las dimensiones dadas en la siguiente tabla, en mm.:



Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Diámetro Exterior
15	16.6	21.0
20	21.9	26.5
25	28.2	33.0
35	37.0	42.0
40	43.0	48.0
50	54.4	60.0
65	66.0	73.0
80	80.9	88.5
100	106.0	114.0

#### ACCESORIOS PARA TUBOS PLASTICOS

Curvas, uniones tubo a tubo, conexiones a caja y conexiones con rosca fabricadas del mismo material que el tubo plástico y para unirse con pegamento.

#### CAJAS METALICAS

Fabricadas de plancha de acero al carbono, de espesor no menor a 1.6 mm. Se clasifican según sus dimensiones nominales en mm.

#### CAJAS DE MADERA

Fabricadas de madera cedro o caoba, perfectamente secas, con tratamiento preservantes antipolillas. El espesor de la madera será de 15 mm para cajas con lado mayor menor de 200 mm, de 20 mm para lado mayor entre 200 y 800 mm, y de 25 mm en los de más casos.

Salvo indicación, llevarán tapas de plancha galvanizadas de 1.6 mm.

#### CONDUCTORES DE COBRE

Fabricados de cobre electrolítico, 99.9% IACS, temple blando, según Norma ASTM-B3. Aislamiento de PVC muy elástico, resistencia a la tracción buena, resistente a la humedad, hongos e insectos, resistentes al fuego: no inflamable y auto extinguido, resistencia a la abrasión buena, según Norma VDE 0250 e IPCEA.

Se clasifican por su calibre en mm<sup>2</sup>. Los conductores de calibre 6 mm<sup>2</sup> y menores pueden ser sólidos, y de calibre 10 mm<sup>2</sup> y mayores serán cableados.



Tipo TW: Temperatura de trabajo hasta 60 C, resistencia a los ácidos, aceites y álcalis hasta los 60 C. Tensión de servicio 600 V. Para ser utilizados como conductor de circuito de distribución y conductor de tierra.

Tipo THW: Temperatura de trabajo hasta 75 C, resistencia a los ácidos, aceites y álcalis hasta los 75 C. Tensión de servicio 600 V. Para ser utilizados como conductores activos en alimentadores y circuitos de distribución, de fuerza y especiales.

Cable NYY: De conformación dúplex y triplex. Aislados y enchaquetados individualmente con PVC. Cableados entre sí. Temperatura de trabajo hasta 80 C. Tensión de servicio hasta 1,000 V para ser utilizados en alimentadores.

Desnudo: De conformación cableado concéntrico.

**CONECTORES Y TERMINALES**

Fabricados de cobre electrolítico de excelente conductividad eléctrica. De fácil instalación, usando una llave de boca o un desarmador y no herramientas especiales.

Serán del tipo presión

Conectores: Para conectar conductores de calibre 10 mm<sup>2</sup> y mayores. Similar al tipo split-bolt (tipo mordaza).

Terminales: De las siguientes capacidades:

AMPERIOS	CONDUCTORES mm <sup>2</sup> .	
	MAX.	MIN.
35	6	2.5
70	16	10
125	50	25
225	120	70
400	300	150

**CINTA AISLANTE**

Fabricados de caucho sintético de excelentes propiedades dieléctricas y mecánicas. Resistentes a la humedad, a la corrosión por contacto con el cobre, y a la abrasión. De las siguientes características:



- Ancho	: 20 mm
- Longitud del rollo	: 10 m
- Espesor mínimo	: 0.5 mm
- Temperatura	: 80 C
- Rigidez dieléctrica	: 13.8 kv/mm

#### EMPALMES DE CABLES

Compuesto por: Molde de plástico para empalmes rectos o derivaciones de cables NYY, resistentes al envejecimiento y altamente insensibles a las influencias químicas. Pegamento para molde. Aglutinante para la unión del aislante PVC del cable y la resina sintética. Masilla de obturación.

Resina sintética de solidificación en frío, consistiendo de una resina básica y un endurecedor. Resistente a la corrosión y hongos. Absorción nula de agua. Térmicamente estable. Insoluble a los hidrocarburos aromáticos y alifáticos.

#### INTERRUPTORES DE ILUMINACION

Con mecanismos de balacín, de operación silenciosa, encerrado en cápsula fenólica estable conformando un dado, y con terminales compuesto por tornillos y láminas metálicas que aseguren un buen contacto eléctrico y que no dejen expuestas las partes con corriente. Para conductores 2.5 mm<sup>2</sup> a 6 mm<sup>2</sup>.

Del tipo para instalación empotrada, y para colocarse sobre placas de aluminio anodizado o baquelita de tamaño dispositivo. Abrazaderas de montaje rígidas y a prueba de corrosión.

Para su uso general en corriente alterna. Par cargas inductivas hasta su máximo amperaje y voltaje 220 V., 15 A., 60 Hz.

Unipolares: Para colocarse sobre una placa de aluminio anodizado o baquelita de tamaño dispositivo hasta un número de tres unidades. Para interrumpir un polo del circuito.

De tres vías: De conmutación.

De cuatro vías: Inversores bipolares, para instalarse entre interruptores de tres vías.

Bipolares: Para interrumpir los dos polos del circuito.

**CORTACIRCUITO FUSIBLE**

De instalación empotrada, con caja moldeada termoestable. Contactos eléctricos accionados por palanca externa y resortes internos, sobre base de porcelana. Elementos fusibles de lámina metálica de capacidad normalizada.

Para 220 V., monofásicos, 25 A., fusibles de 15 y 20 A., 60c/s.

**TOMACORRIENTES**

Receptáculos con contactos chatos y toma de tierra, encerrado en cápsula fenólica estable conformada un dado, y con terminales compuesto por tornillos y láminas metálicas que aseguren un buen contacto eléctrico y que no dejen expuestas las partes con corriente. Para conductores 4 mm<sup>2</sup> a 6 mm<sup>2</sup>.

Del tipo para instalación empotrada, y para colocar dos dados sobre una placa baquelita de tamaño dispositivo. Abrazaderas de montaje rígidas y a prueba de corrosión.

Para 220 V., monofásicos, 15 A., 60 c/s.

**PLACAS**

Placa de aluminio anodizado o de baquelita: De espesor equivalente a 0.040 pulgadas. Los bordes con filos muertos o achaflanados. Con tornillos de fijación metálicos inoxidables.

**ALIMENTADORES DESDE TABLERO**

Constituye una tema de conductores de cobre con aislamiento NYY y THW con su correspondiente línea de tierra, en tubo PVC, empotrados por pisos interiores y paredes en su recorrido hacia los tableros de distribución.

**Procesos Constructivos**

Proyecto de Ingeniería: Cualquier cambio sustancial durante la ejecución de la obra que obligue a modificar el proyecto original, será motivo de consulta al Proyectista.

Cualquier trabajo, material o equipo que no se indique en documentos del proyecto, pero que sea necesario para completar las instalaciones eléctricas, deben ser considerados y asumidos por el Constructor. Igualmente, en los casos que apareciera en un sólo de esos documentos.

Mano de Obra: Se emplearán mano de obra calificada, de reconocida experiencia y con el uso de herramientas apropiadas.



**Materiales en General:** Deben ser nuevos, de reconocida calidad y utilización actual en el mercado.

Se reserva el derecho de exigir muestras de cualquier material o equipo que deba suministrar el Constructor.

La necesidad de energía eléctrica para la ejecución de la obra, será por cuenta del Constructor.

**Cajas:** El número máximo de tubos que se conectarán a una caja será: 04 para cajas cuadradas y octogonales, y 03 para cajas dispositivo.

Las cajas deben instalarse de manera que su borde frontal no esté embutido más de 6 mm de la superficie acabada.

Los huecos que se practiquen en las cajas para el ingreso de los tubos, deben hacerse con herramientas "saca bocados" o similar, quedando prohibido dañarlas al desbocar los agujeros con alicates.

Las cajas se limpiarán y barnizarán interiormente antes del alambrado.

#### **22.01 Salida de Tomacorriente Doble con Línea de Tierra**

Es el conjunto de tubos PVC, conductores de cobre y cajas de fierro galvanizado empotrados en piso y paredes, al cual se le adiciona un ensamble de dos tomacorrientes bipolares con toma de tierra en una placa de baquelita.

#### **22.02 Instalaciones Eléctricas Salida de Interruptor de Centro de Luz**

Es el conjunto de tubos PVC, conductores de cobre, cajas de fierro galvanizado empotrados en techo y paredes, de los cuales, la caja de salida del artefacto de iluminación se ubica en techo o pared.

##### **Método de Medición:**

La unidad de medida será por punto (pto).

##### **Condiciones de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

##### **Método de Medición:**

La unidad de medida será por punto (pto).

### Condiciones de Pago

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados según las cantidades medidas, señaladas en el párrafo anterior y de acuerdo a la unidad de medida del precio unitario.

### Otros Detalles del Proceso Constructivo

Varias de las actividades correspondientes a Demoliciones, Movimientos de Tierra, Concreto Armado, Carpintería y Pintura, se realizará en paralelo, donde se verá un incremento en costo al aumentar personal, pero a su vez se compensará en el tiempo total, que serán menor al tiempo que se hubiera proyectado sin tareas en paralelo y en el tiempo de alquiler de herramientas, equipo y maquinarias: La mayoría de las tareas en paralelo son las de Concreto Armado.

#### Procesos Constructivos de las Principales Tareas como son:

- Apuntalamiento de Losa; se realizará debido a los trabajos de demolición en los cuales se deberá tener cuidado al apuntalar la losa y vigas, para evitar el colapso de la estructura, para este caso se está considerando la colocación de puntales de acero, para mayor seguridad.
- Demolición de Columnas; tiene por objetivo la eliminación de la columna para luego ser reemplazada por placas según el plano E-01. Se procederá con esta tarea, una vez realizada y revisada la anterior tarea.
- Picado de Losa Aligerada y Vigas; se realizará después de la demolición de las columnas, en un área proyectada para las placas y de las columnas de confinamiento.
- Excavación para Zapatas; será de 1.80m de profundidad, ubicándonos en un estrato de mejor calidad.
- Concreto en Zapatas; se vaceará una vez eliminado el material de acarreo, encofrado y colocado el acero de refuerzo.
- Concreto en Placas; se hará con mucho cuidado para evitar la segregación del concreto, pero para esto antes se debe haber revisado el acero de refuerzo y el de corte, que estén fijos a la losa.
- Otros; el desencofrado de las placas se hará a los dos días de vaciado, seguidamente después se curara.
- Se retirarán los puntales de acero después de los 14 días de haber realizado el último vaciado en losa y 21 días en vigas, salvo indicaciones del supervisor de la obra. [ 19 ]



## Conclusiones

Las conclusiones y recomendaciones que se puede extraer de este trabajo de investigación son las siguientes:

- La Ciudad de Caravelí es vulnerable a desastres naturales, como sismos e inundaciones.
- En el eje vial Atico - Caravelí, se ha visto afectados sobre todo por deslizamientos debido a la inestabilidad de taludes y a causa del terremoto último.
- Debido a la falta de obras de drenajes en la carretera y en épocas del fenómenos El Niño, es que la vía Atico – Caravelí queda interrumpida en algunos tramos.
- El terremoto a golpeado considerablemente en la ciudad de Caravelí, en donde se ha podido observar y cuantificar los cuantiosos daños a edificaciones, sobre todo a las de adobe que conforman las 2/3 partes del total de viviendas, mientras que el resto lo conforman las edificaciones de caña, bloque de concreto/concreto y ladrillo/concreto.
- De la evaluación realizada se obtuvo que más del 70% de edificaciones de adobe sufrieron daños severos a colapsados; mientras que las edificaciones de bloque de concreto/concreto y ladrillo/concreto, sólo se presentaron daños severos
- De acuerdo al tipo de cimentación que presentan las viviendas evaluadas se determinó que casi las 2/3 parte de ellas tienen una cimentación de piedra y barro y la otra parte de concreto ciclopeo.
- El 45% de los muros de las viviendas se encuentran en mal estado, con fallas considerables y otras que se han caído.
- El 90% de las viviendas tienen vigas de concreto y de madera.
- El tipo de techo que prevalece en la zona es de quincha en más del 50%, el resto corresponde a techos de concreto (aligerados) y calamina. Con respecto a los techos de quincha más del 75% se encuentran de regular a mal estado.
- El revestimiento con mortero lo conforman más del 45%.
- El Porcentaje de daños con respecto a las edificaciones totales dio que prácticamente el 50% se encuentran sin daños a leves y el otro 50% se clasifican como severo a colapsado.
- Fallas conocidas se han comprobado; Terremotos anteriores no han servido para lanzar programas de prevención y mejoramiento debido a que no ha existido charlas de capacitación técnicas.
- Casi gran porcentaje de fallas ha ocurrido en las construcciones de adobe.
- Se han presentado deficiencias estructurales, como: paredes demasiadas altas y/o largas, deficiencia en el amarre de esquinas, por falta de arriostre, falta de refuerzos verticales y horizontales y la mala calidad del material usado en la elaboración de los bloque de adobe.
- Los vanos se encuentran demasiado cerca de las esquinas o techos y/o muy cercanos entre ellos.



- Los muros comprendido entre vanos y/o entre vanos y esquina, han presentado grietas diagonales y verticales.
- El uso de cimiento de barro con piedra no constituye estructuralmente un verdadero cimiento, es una cimentación muy débil.
- La mayoría de las edificaciones no son simétricas, lo cual desarrollan fuerzas cortantes adicionales.
- Algunas de las construcciones de adobe que no sufrieron daños han tenido una buena cimentación de concreto ciclópeo.
- Muchas construcciones de albañilería no estaban confinadas por vigas ni columnas, conformando estructuras de muros débiles susceptibles a daños debido a su baja capacidad resistente al corte y tracción.
- Las construcciones de albañilería que sufrieron diversos tipos de daños se debieron principalmente a las deficiencias constructivas, como: El uso de materiales de mala calidad, mano de obra no calificada, inadecuada adherencia entre unidades.
- Uno de los problemas principales con respecto al suelo es su baja capacidad portante que se encuentra entre los  $0.5\text{kg/cm}^2$  a  $2.0\text{kg/cm}^2$ .

### Recomendaciones

- La ciudad de Caravelí es y seguirá siendo vulnerable a inundaciones; Por lo tanto se debe realizar trabajos de encauzamiento del Río la Yesera y construir un ponton para el cruce de este.
- Se recomienda realizar estudios básicos para hacer una adaptación del sistema constructivo apropiados para la zona.
- Realizar estudios de los materiales existentes en la ciudad y plantear recomendaciones constructivas.
- Se debe realizar una planificación de desarrollo futuro de centros poblados y de toda la región.
- Se debe impartir capacitación técnica a los pobladores de la zona.
- Las construcciones futuras de adobe o quincha, deben tener cimiento de concreto ciclópeo ya que la experiencia ha demostrado que éstas se comportan mejor ante un sismo.
- Se debe utilizar una tierra disponible, adecuada descrita en el Cap.5 para la fabricación de adobes.
- Las construcciones tanto de adobe como de albañilería deben de confinadas a columnas y vigas.
- Mostrando que las tareas de reconstrucción son importante; es necesario definir técnicas constructivas de otros materiales y proponer construcciones de módulos de adobes para rescatar nuestra tecnología . El gobierno debe cambiar su enfoque.



- La junta de separación Sísmica para las edificaciones en la Ciudad de Caravelí, son como se especifica en el Reglamento Nacional de Construcción, En esta ciudad la altura promedio de las viviendas no pasa de los 4m. Por lo tanto se considerará una junta mínima de 3cm.

### Conclusiones y Recomendaciones del (Proyecto de Reforzamiento)

- Las siguientes conclusiones, así como los documentos presentados en este estudio, sólo tiene un alcance académico enmarcado en el espíritu de la tesis.
- Como resultado de las inspecciones realizadas se puede mencionar que no se presentó asentamiento en el área de estudio y no sufrieron daños las columnas, vigas y losas, salvo la tabiquería que fue lo más dañado.
- El proyecto de reforzamiento se plantea bajo el criterio de rigidización estructural. Se colocarán placas de concreto armado diseñadas según las Normas E-030 de manera que el desplazamiento lateral de entrepiso de la estructura no sea mayor de 0.007 ( $\Delta L/h_e$ ).
- Hasta la profundidad explorada de 3.0m. no se encontró el nivel de la capa freática; en el terreno correspondiente se debe tener especial cuidado de no cimentar sobre relleno, y siempre llegar al terreno natural.
- Se podrá cimentar por medio de zapatas aisladas y/o cimiento corrido de concreto armado. La profundidad de cimentación debe encontrarse a 1.80m. computados a partir del terreno natural.  
Se podrá llegar a nivel e cimentación 1.50m. mediante el vaciado de la sub zapata e concreto ciclopeo 1:12 + 30% P.G.  
La cimentación de las placas y de algunas columnas a proyectar será dimensionadas de tal forma transmitan al terreno una carga no mayor de 0.95kg/cm<sup>2</sup>.
- Se conservará la fachada y la distribución interna de la Municipalidad a menos que se disponga e otros criterios y/o necesidades funcionales.
- Se deberá tener especial cuidado al colocar los puntales de acero, ya ya que se reemplazarán y/o eliminarán temporalmente.
- De acuerdo a la programación elaborada, con el apoyo de maquinarias, equipos y mano de obra, cuyos rendimientos se han especificados. La ejecución e los trabajos tomará 90 días calendario; el monto necesario es S/. 347 964.69. el que incluye Gastos Generales, Utilidades e I.G.V.
- El presente estudio es válido sólo para el área investigada.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1. Evaluación de daños ocasionados por el terremoto de Rioja del 29 de Mayo de 1990 en la zona del Alto Mayo.**  
Ing. Vicente Chariarse Cabrera - Ing. Carlos Cuadra Liñan - Ing. Jorge Gallardo Tápia  
Trabajo de Investigación del CISMID.- Lima – Marzo 1991
  
- 2. El sismo de Moyobamba del 4 de Abril de 1991.**  
Ing. Carlos Cuadra Liñan – Ing. Luis Chang Chang.  
Trabajo de Investigación del CISMID.- Lima – Mayo 1991
  
- 3. Microzonificación sísmica de la Ciudad de Arequipa.**  
Ing. Zenón Aguilar Bardales.  
Trabajo de Investigación del CISMID.- Lima – Marzo 1991
  
- 4. Informe sobre el Terremoto del Sur del Perú del 23 Junio del 2001**  
Ing. Antonio Blanco Blasco - Decano del Colegio de Ingenieros del Perú  
Colegio de Ingenieros del Perú.- Lima – Julio 2001
  
- 5. Documentación de la Evaluación de Daños en la Infraestructura de Riego Ocasionados por el Sismo del 23 Junio del 2001.**  
Dirección Regional Agraria - Ministerio de Agricultura – Arequipa.  
PERPEC - Arequipa – Octubre 2001
  
- 6. Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres , Aplicación al pueblo de Zaña.**  
Tesis  
Bach. Jeanette Amparo Obando Díaz  
Lima 1997
  
- 7. Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural del Hospital Guillermo Almenara.**  
Tesis  
Bach. Max Mardonio Salas Ferro  
Lima 1997

**8. Plan de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales en la Ciudad de Ica.**

Tesis

Bach. Juan José Mallqui Ayala – Lima 1999

**9. XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil.**

CONIC

Tema: Reforzamiento de Edificios de concreto Armado.

Ponencias: Angel Gómez Ramos, Katy Ramos Sanchez, Madelene Cosme.

Trujillo – noviembre 1997

**10. Prevención de Desastres**

Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

Lima – Bruño 2000

**11. Patrones de Sismicidad en el Perú y en Áreas Vecinas.**

Dr. Leonidas Ocola Aquisel

Lima – Enero 1993

**12. Fundamento para la Mitigación de Desastres en establecimientos de Salud.**

Organismo Panamericano de la Salud - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

Colombia – Bogota 1999

**Entidades e Institutos**

**13. Centro Peruano – Japonés de Investigaciones Sísmica y Mitigación de Desastres (CISMID).**

**14. Instituto Nacional de Defensa Civil – Arequipa.**

(INDECI)

**15. Instituto Nacional de Defensa Civil – Lima.**

(INDECI)

**16. Instituto Geofísico del Perú.**

(I.G.P.)



**17. Instituto Geográfico Nacional.**

(I.G.N.)

**18. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.**

(SENCICO)

**19. Instituto Nacional de Infraestructura de Educación y Salud.**

(INFES)

**20. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.**

(INGEMMET)

**Libros y Normas Técnicas y Otros**

**21. Mecánica de Suelos y Cimentaciones.**

Crespo Villalaz Carlos

México - Editorial LIMUSA. 1980

**22. Mecánica de suelos I y II.- Teoría y Aplicación de la Mecánica de Suelos.**

Eulalio Juárez Badillo – Alfonso Rico Rodríguez

México – Editorial LIMUSA Segunda Edición 1979

**23. Análisis de la capacidad de carga de Cimentaciones Superficiales.**

Vesic A.

España - JSMFD, ASCE , Vol.99. 1971

**24. Mapas Geotécnicos Básicos.**

Ing. Alberto Martinez Vargas.

Lima - 1981

**25. Reglamento Nacional de Construcciones.**

Capeco Lima – 1997

**26. Normas Técnicas de edificación E.030 Diseño Sismorresistente .**

Lima - Octubre 1997



UNI-FIC

**27. Diseño en Concreto Armado.**

A.C.I. Lima 2000

**28. Estructuras y Diseño de Estructura de Concreto Armado**

Colegio de Ingenieros del Perú

Lima - 1995

**29. Revista Caraveli**

Luis Torres Velarde

Arequipa – Caraveli 2001

**30. Planificación Microregional de la Ciudad de Caraveli.**

Tesis – Bach. Ricardo Yagui Aniya.