

***ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO***

***FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL***

**“ANÁLISIS DEL MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL”**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:**

**EDGAR PAÚL CAMPOS PARRA**

***SANGOLQUI, Octubre de 2006***

## **RESUMEN**

Mediante el análisis de 1152 casos de estructuras de hormigón armado de tres vanos de uno hasta seis pisos sometidas a eventos sísmicos mediante acelerogramas sintéticos y espectros de diseño estipulados en el CEC-2000, se aplican los diferentes métodos de diseño sísmico como son el Lineal, Estático y el de Superposición Modal, en el cual se pretende encontrar el criterio de combinación modal que más se acerca a la respuesta sísmica.

Este análisis se lo realiza para desplazamientos, fuerzas en los pórticos y cortante basal de las estructuras.

Adicionalmente se realiza un análisis del cálculo del período fundamental de las estructuras por los procedimientos estipulados en el CEC-2000.

## **ABSTRACT**

Through the analysis of 1152 buildings made of reinforced concrete, with 3 bays and from one to six stories, under seismic events using synthetic acelerograms and the design spectra of CEC-2000, different methods of seismic design, like linear, static and modal analysis, are applied. It is pretended to find the modal combination criteria that best fit to the seismic response.

This analysis is realized for displacements, forces in each planar frame and the base shear of the structure.

In addition an analysis of the formulae for the fundamental period of the structures as presented in CEC2000 is realized.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **SR. EDGAR PAÚL CAMPOS PARRA** como requerimiento parcial a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**.

Sangolquí, Octubre de 2006

---

**Dr. Roberto Aguiar Falconí**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Pablo Caiza Sánchez, Msc.**  
**CODIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi querida abuelita Inés por todo el cariño brindado durante los primeros años de mi vida y que estoy seguro siempre me acompaña.

A mis padres Lilia y Luís que siempre me brindaron su amor y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, que han sido mis mejores amigos y mi ejemplo a seguir.

A mi esposa Katherine y a mi hijo Mateo Alejandro por que ellos son el motor que le da fuerza a mi vida, por su amor y entrega incondicional, porque en medio de adversidades supieron apoyarme con toda la fuerza de su corazón.

A mi hermana Karina porque ha estado conmigo en las buenas y en las malas, porque cuando la necesite ella siempre acudió.

A mis suegros Fernando y Leonor por el apoyo brindado para culminar mi carrera profesional con éxito.

A mis familiares y amigos por acompañarme a lo largo de mi vida y compartir mis problemas, alegrías.

Con mucho amor,

**E. Paúl Campos P.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a DIOS porque permitirme existir y llegar ha este momento de mi vida, a la Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil, a todo el personal docente y administrativo, a todos quienes conforman el Centro de Investigaciones Científicas, a mis padres, mi esposa, mi hijo, familiares y amigos que han estado siempre a mi lado, han sabido apoyarme y brindarme su amistad en todo momento.

Al Dr. Roberto Aguiar por su acertada dirección y apoyo personal en la realización de este trabajo, por ser un verdadero ejemplo de constancia, dedicación y por sus valiosos confesos para el resto de mi vida.

Al Ing. Pablo Caiza por todo el apoyo brindado no solo en la realización de este trabajo sino a lo largo de toda mi carrera, por todos sus consejos y motivación, por ser antes que un profesor un buen amigo.

Al Ing. Marcelo Romo y a la Ing. Ana Haro por el apoyo brindado para la realización de mi proyecto de grado.

A Pablo Criollo, Julio Rivadeneira, Luis Jurado y Juan Carlos Córdova compañeros y amigos a lo largo de mi vida estudiantil.

Al Ing. Ricardo Durán y al Profesor Juan Carlos Cerón por el apoyo brindado durante toda mi vida estudiantil en la ESPE.

**E. Paúl Campos P.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## CAPITULO I

### ANALISIS LINEAL

RESUMEN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 ACELEROGRAMAS SINTETICOS	4
1.2.1 Espectros CEC-2000	6
1.3 DEFINICIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO	10
1.3.1 MATRIZ DE RIGIDEZ	10
1.3.2 MATRIZ DE MASAS	13
1.3.3 VALORES Y VECTORES PROPIOS	15
1.3.4 MATRIZ DE AMORTIGUAMIENTO	16
1.4 RESPUESTA EN EL TIEMPO	17

## CAPITULO II

### METODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL

RESUMEN	19
2.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO PLANO	20
2.1.1 ALGORITMO DE CÁLCULO	21
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE COMBINACIÓN MODAL	22
2.2.1 CRITERIO DE VALOR MÁXIMO PROBABLE	22
2.2.2 CRITERIO DE VALOR ABSOLUTO	22
2.2.3 CRITERIO PROPUESTO Ing: ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ	22
2.2.4 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003	23
2.3 ANALISIS SISMICO DE UN PÓRTICO PLANO DE 2 PISOS	23
2.3.1 MATRIZ DE RIGIDEZ LATERAL	25
2.3.2 MATRIZ DE MASAS	27
2.3.3 VALORES Y VECTORES PROPIOS	28
2.3.4 FRECUENCIAS Y PERÍODOS DE VIBRACIÓN	29
2.3.5 FACTORES DE PARTICIPACIÓN MODAL	29
2.3.6 ACELERACIONES ESPECTRALES	30
2.3.7 FUERZAS EN CADA MODO	30
2.3.8 CORTANTES EN CADA MODO	30
2.3.9 APLICACIÓN DE CRITERIOS EN CORTANTES	31
2.3.10 FUERZAS ESTÁTICAS FINALES	31
2.4 DESCRIPCIÓN DE CONTROLES	32
2.4.1 CORTANTE BASAL MÍNIMO	32
2.4.2 DERIVA DE LOS PÓRTICOS	34
2.4.3 EFECTO P- $\Delta$	35

## **CAPITULO III**

### **CORTANTE BASAL MÍNIMO**

RESUMEN	36
3.1 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS	37
3.1.1 INFLUENCIA DEL PERÍODO EN EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE C	41
3.2 PERÍODOS DE CÁLCULO	41
3.2.1 METODO 1	41
3.2.2 METODO 2	43
3.3 DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ANÁLISIS	47
3.4 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE PERÍODOS DE VIBRACIÓN	51

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS**

RESUMEN	57
4.1 INTRODUCCIÓN	58
4.2 RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS EN SUELO S1	58
4.2.1 METODO LINEAL	58
4.2.2 METODO ESTÁTICO	61
4.2.3 CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE	63
4.2.4 CRITERIO VALOR ABSOLUTO	64
4.2.5 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ	65
4.2.6 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003	66
4.3 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1	67
4.4 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2	76
4.5 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3	85
4.6 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4	94
4.7 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS	103

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DEL CORTANTE BASAL**

RESUMEN	115
5.1 INTRODUCCIÓN	116
5.2 RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS EN SUELO S1	116
5.2.1 METODO LINEAL	116
5.2.2 MÉTODO ESTÁTICO	119
5.2.3 CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE	120
5.2.4 CRITERIO VALOR ABSOLUTO	120
5.2.5 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ	120
5.2.6 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN	

	DEL PERÚ 2003	120
5.3	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1	121
5.4	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2	126
5.5	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3	131
5.6	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4	136
5.7	COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS	142

## **CAPITULO VI**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LA REPARTICION DE FUERZAS EN LOS PÓRTICOS**

	RESUMEN	159
6.1	INTRODUCCIÓN	160
6.2	RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS EN SUELO S1	160
6.2.1	METODO LINEAL	160
6.2.2	MÉTODO ESTÁTICO	164
6.2.3	CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE	165
6.2.4	CRITERIO VALOR ABSOLUTO	166
6.2.5	CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ	167
6.2.6	CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003	168
6.3	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1	169
6.4	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2	178
6.5	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3	187
6.6	VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4	195
6.7	COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS	204

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	RESUMEN	216
7.1	CONCLUSIONES	217
7.2	RECOMENDACIONES	220

# LISTADO DE TABLAS

## CAPITULO I

### ANALISIS LINEAL

**Tabla 1.1** Aceleración de la Zona de Análisis

**Tabla 1.2** Perfiles de Suelo definidos por el CEC-2000

## CAPITULO II

### METODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL

**Tabla 2.1** Cortantes para cada criterio de combinación modal

**Tabla 2.2** Fuerzas para cada criterio de combinación modal

**Tabla 2.3** Fuerzas Laterales

**Tabla 2.4** Desplazamientos elásticos, inelásticos y deriva de piso

**Tabla 2.5** Descripción del cálculo del efecto  $P - \Delta$ .

## CAPITULO III

### CORTANTE BASAL MÍNIMO

**Tabla 3.1** Coeficiente de suelo S y Coeficiente Cm

**Tabla 3.2** Coeficientes de reducción de respuesta estructural R

**Tabla 3.3** Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

**Tabla 3.4** Coeficientes de configuración en planta

**Tabla 3.5** Coeficientes de configuración en elevación

**Tabla 3.6** Dimensiones y cargas de la estructura

**Tabla 3.7** Fuerzas y Desplazamientos

**Tabla 3.8** Procedimiento de calculo del período

**Tabla 3.9** Procedimiento de cálculo de las fuerzas laterales

**Tabla 3.10** Procedimiento de cálculo del período

**Tabla 3.11** Dimensiones de las estructuras regulares

**Tabla 3.12** Cargas de las estructuras regulares

**Tabla 3.13** Dimensiones de las estructuras con mezanine

**Tabla 3.15** Dimensiones de las estructuras asimétricas

**Tabla 3.16** Cargas de las estructuras asimétricas

**Tabla 3.17** Dimensiones de las estructuras asim+meza

**Tabla 3.18** Cargas de las estructuras asim+meza

**Tabla 3.19** Períodos fundamentales de vibración

**Tabla 3.20** Medias de los períodos fundamentales de vibración

**Tabla 3.21** Períodos/UBC-95

**Tabla 3.22** Períodos fundamentales de vibración

**Tabla 3.23** Medias de los períodos fundamentales de vibración

**Tabla 3.24** Períodos/T+30%

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS

**Tabla 4.1** Desplazamientos para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – método Lineal

**Tabla 4.2** Desplazamientos para Estructuras Regulares de 6 pisos en suelo S1 - Media  
**Tabla 4.3** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Tabla 4.4** Desplazamientos estáticos para estructuras regulares de 6 pisos  
**Tabla 4.5** Desplazamientos estáticos para estructuras de 6 pisos  
**Tabla 4.6** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS  
**Tabla 4.7** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Tabla 4.8** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio ABS  
**Tabla 4.9** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Tabla 4.10** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio AGH  
**Tabla 4.11** Desplazamientos para estructuras de seis pisos - AGH  
**Tabla 4.12** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio Perú  
**Tabla 4.13** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Tabla 4.14** Desplazamientos para estructuras de un piso – S1  
**Tabla 4.15** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S1  
**Tabla 4.16** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S1  
**Tabla 4.17** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S1  
**Tabla 4.18** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S1  
**Tabla 4.19** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S1  
**Tabla 4.20** Desplazamientos para estructuras de un piso – S2  
**Tabla 4.21** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S2  
**Tabla 4.22** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S2  
**Tabla 4.23** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S2  
**Tabla 4.24** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S2  
**Tabla 4.25** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S2  
**Tabla 4.26** Desplazamientos para estructuras de un piso – S3  
**Tabla 4.27** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S3  
**Tabla 4.28** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S3  
**Tabla 4.29** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S3  
**Tabla 4.30** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S3  
**Tabla 4.31** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S3  
**Tabla 4.32** Desplazamientos para estructuras de un piso – S4  
**Tabla 4.33** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S4  
**Tabla 4.34** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S4  
**Tabla 4.35** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S4  
**Tabla 4.36** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S4  
**Tabla 4.37** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S4

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DEL CORTANTE BASAL**

**Tabla 5.1** Cortante basal para estructuras regulares de 6 pisos – método Lineal  
**Tabla 5.2** Cortante basal promedio para estructuras regulares de 6 pisos – método lineal  
**Tabla 5.3** Cortante Basal para estructuras de seis pisos – método lineal  
**Tabla 5.4** Cortante basal estático para estructuras regulares de 6 pisos  
**Tabla 5.5** Cortante basal estático para estructuras de 6 pisos  
**Tabla 5.6** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio SRSS  
**Tabla 5.7** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio ABS  
**Tabla 5.8** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio AGH  
**Tabla 5.9** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio Perú  
**Tabla 5.10** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S1  
**Tabla 5.11** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S1  
**Tabla 5.12** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S1  
**Tabla 5.13** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S1  
**Tabla 5.14** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S2  
**Tabla 5.15** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S2  
**Tabla 5.16** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S2  
**Tabla 5.17** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S2  
**Tabla 5.18** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S3

**Tabla 5.19** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S3  
**Tabla 5.20** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S3  
**Tabla 5.21** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S3  
**Tabla 5.22** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S4  
**Tabla 5.23** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S4  
**Tabla 5.24** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S4  
**Tabla 5.25** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S4  
**Tabla 5.26** Cortante basal para suelo perfil S1  
**Tabla 5.27** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1  
**Tabla 5.28** Cortante basal para suelo perfil S1 vs. Vo Estático  
**Tabla 5.29** Cortante basal para suelo perfil S1 vs. Vo Lineal  
**Tabla 5.30** Cortante basal para suelo perfil S2  
**Tabla 5.31** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S2  
**Tabla 5.32** Cortante basal para suelo perfil S2 vs. Vo Estático  
**Tabla 5.33** Cortante basal para suelo perfil S2 vs. Vo Lineal  
**Tabla 5.34** Cortante basal para suelo perfil S3  
**Tabla 5.35** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S3  
**Tabla 5.36** Cortante basal para suelo perfil S3 vs. Vo Estático  
**Tabla 5.37** Cortante basal para suelo perfil S3 vs. Vo Lineal  
**Tabla 5.38** Cortante basal para suelo perfil S4  
**Tabla 5.39** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S4  
**Tabla 5.40** Cortante basal para suelo perfil S4 vs. Vo Estático  
**Tabla 5.41** Cortante basal para suelo perfil S4 vs. Vo Lineal

## CAPITULO VI

### ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA REPARTICIÓN DE FUERZAS EN LOS PÓRTICOS

**Tabla 6.1** Fuerzas laterales para estructura regular de 6 pisos en suelo S1 – método lineal  
**Tabla 6.2** Fuerzas laterales para estructura regular de 6 pisos en suelo S1 - Media  
**Tabla 6.3** Fuerzas laterales para estructura de 6 pisos en suelo S1 – método Lineal  
**Tabla 6.4** Fuerzas estáticas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1  
**Tabla 6.5** Fuerzas estáticas para Estructuras de 6 pisos en suelo S1  
**Tabla 6.6** Fuerzas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS  
**Tabla 6.7** Fuerzas para Estructuras de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS  
**Tabla 6.8** Fuerzas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio ABS  
**Tabla 6.9** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Tabla 6.10** Fuerzas par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio AGH  
**Tabla 6.11** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Tabla 6.12** Fuerzas par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio Perú  
**Tabla 6.13** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Tabla 6.14** Fuerzas para estructuras de un piso – S1  
**Tabla 6.15** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S1  
**Tabla 6.16** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S1  
**Tabla 6.17** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S1  
**Tabla 6.18** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S1  
**Tabla 6.19** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S1  
**Tabla 6.20** Fuerzas para estructuras de un piso – S2  
**Tabla 6.21** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S2  
**Tabla 6.22** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S2  
**Tabla 6.23** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S2  
**Tabla 6.24** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S2  
**Tabla 6.25** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S2  
**Tabla 6.26** Fuerzas para estructuras de un piso – S3  
**Tabla 6.27** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S3  
**Tabla 6.28** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S3  
**Tabla 6.29** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S3  
**Tabla 6.30** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S3

**Tabla 6.31** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S3  
**Tabla 6.32** Fuerzas para estructuras de un piso – S4  
**Tabla 6.33** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S4  
**Tabla 6.34** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S4  
**Tabla 6.35** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S4  
**Tabla 6.36** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S4  
**Tabla 6.37** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S4

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# LISTADO DE FIGURAS

## CAPITULO I

### ANALISIS LINEAL

- Figura 1.1** Modelo del sistema de múltiples grados de libertad y Modelo del sistema con un grado de libertad
- Figura 1.2** Pantalla de ingreso de datos del programa LINEAL
- Figura 1.3** Regla de Iguales Desplazamientos
- Figura 1.4** Espectros: Elástico e Inelástico del CEC-2000
- Figura 1.5** Función de intensidad trapezoidal
- Figura 1.6** Acelerogramas sintéticos para suelo S2
- Figura 1.7** Funciones que rigen el Espectro Elástico CEC-2000
- Figura 1.8** Espectros obtenidos a partir de los Acelerogramas Sintéticos para Suelo perfil S2
- Figura 1.9** Comparación de la Media obtenida con los Espectros calculados con el espectro del CEC-2000 para Suelo perfil S2
- Figura 1.10** Espectros para Suelo perfil S1
- Figura 1.11** Espectros para Suelo perfil S2
- Figura 1.12** Espectros para Suelo perfil S3
- Figura 1.13** Espectros para Suelo perfil S4
- Figura 1.14** Modelo de Cálculo
- Figura 1.15** Elemento horizontal con nudos rígidos
- Figura 1.16** Elemento horizontal con nudos rígidos
- Figura 1.17** Coordenadas del modelo de cálculo
- Figura 1.18** Ancho cooperante para los pórticos
- Figura 1.19** Modelo de masas concentradas a nivel de piso

## CAPITULO II

### METODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL

- Figura 2.1** Modelo de masas concentradas a nivel de piso y espectro de diseño elástico
- Figura 2.2** Espectros: Elástico e Inelástico del CEC-2000
- Figura 2.3** Esquema y planta del pórtico de la estructura
- Figura 2.4** Cargas que gravitan en el pórtico
- Figura 2.5** Grados de libertad del pórtico
- Figura 2.6** Elementos horizontales y sus coordenadas locales
- Figura 2.7** Elementos verticales y sus coordenadas locales
- Figura 2.8** Coordenadas globales de la estructura
- Figura 2.9** Modelo de masas concentradas
- Figura 2.10** Cortantes para cada criterio de combinación modal
- Figura 2.11** Fuerzas para cada criterio de combinación modal
- Figura 2.12** Coeficiente sísmico C, de acuerdo al CEC 2000

## CAPITULO III

### CORTANTE BASAL MÍNIMO

- Figura 3.1** Configuración de una estructura de 5 pisos
- Figura 3.2** Distribución de fuerzas laterales de piso.
- Figura 3.3** Configuración de las estructura denominadas regulares
- Figura 3.4** Configuración de las estructura denominadas mezanine
- Figura 3.5** Configuración de las estructura denominadas asimétricas

- Figura 3.6** Configuración de las estructura denominadas asim+meza  
**Figura 3.7** Períodos fundamentales de vibración  
**Figura 3.8** Períodos vs. UBC-95  
**Figura 3.9** Períodos fundamentales de vibración  
**Figura 3.10** Períodos vs. T+30%

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS

- Figura 4.1** Desplazamientos para estructuras de seis pisos regulares  
**Figura 4.2** Desplazamientos para estructuras de un piso - método Lineal  
**Figura 4.3** Desplazamientos para estructuras de un piso - método Estático  
**Figura 4.4** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 4.5** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 4.6** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 4.7** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 4.8** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 4.9** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 4.10** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.11** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 4.12** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 4.13** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 4.14** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 4.15** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 4.16** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.17** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 4.18** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 4.19** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 4.20** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 4.21** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 4.22** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.23** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 4.24** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 4.25** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 4.26** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 4.27** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 4.28** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.29** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 4.30** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 4.31** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 4.32** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 4.33** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 4.34** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.35** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 4.36** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 4.37** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 4.38** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal  
**Figura 4.39** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 4.40** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 4.41** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 4.42** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 4.43** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 4.44** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 4.45** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 4.46** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – Criterio SRSS  
**Figura 4.47** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 4.48** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 4.49** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS

**Figura 4.50** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 4.51** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 4.52** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.53** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 4.54** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 4.55** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 4.56** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 4.57** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos - método Estático  
**Figura 4.58** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.59** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 4.60** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 4.61** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 4.62** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 4.63** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 4.64** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – Criterio SRSS  
**Figura 4.65** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 4.66** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 4.67** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 4.68** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 4.69** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 4.70** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.71** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 4.72** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 4.73** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 4.74** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal  
**Figura 4.75** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 4.76** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 4.77** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 4.78** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 4.79** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 4.80** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 4.81** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 4.82** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.83** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 4.84** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 4.85** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 4.86** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 4.87** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 4.88** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.89** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 4.90** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 4.91** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 4.92** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 4.93** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 4.94** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.95** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 4.96** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 4.97** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 4.98** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 4.99** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 4.100** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.101** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 4.102** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 4.103** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 4.104** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 4.105** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 4.106** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.107** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 4.108** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 4.109** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 4.110** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal

**Figura 4.111** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 4.112** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 4.113** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 4.114** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 4.115** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 4.116** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 4.117** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 4.118** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.119** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 4.120** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 4.121** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 4.122** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 4.123** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 4.124** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.125** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 4.126** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 4.127** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 4.128** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 4.129** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 4.130** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.131** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 4.132** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 4.133** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 4.134** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 4.135** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 4.136** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.137** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 4.138** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 4.139** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 4.140** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 4.141** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 4.142** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.143** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 4.144** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 4.145** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 4.146** Desplazamientos para estructuras de un piso – S1  
**Figura 4.147** Desplazamientos para estructuras de un piso – S2  
**Figura 4.148** Desplazamientos para estructuras de un piso – S3  
**Figura 4.149** Desplazamientos para estructuras de un piso – S4  
**Figura 4.150** Desplazamientos para estructuras de dos piso – S1  
**Figura 4.151** Desplazamientos para estructuras de dos piso – S2  
**Figura 4.152** Desplazamientos para estructuras de dos piso – S3  
**Figura 4.153** Desplazamientos para estructuras de dos piso – S4  
**Figura 4.154** Desplazamientos para estructuras de tres piso – S1  
**Figura 4.155** Desplazamientos para estructuras de tres piso – S2  
**Figura 4.156** Desplazamientos para estructuras de tres piso – S3  
**Figura 4.157** Desplazamientos para estructuras de tres piso – S4  
**Figura 4.158** Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S1  
**Figura 4.159** Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S2  
**Figura 4.160** Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S3  
**Figura 4.161** Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S4  
**Figura 4.162** Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S1  
**Figura 4.163** Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S2  
**Figura 4.164** Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S3  
**Figura 4.165** Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S4  
**Figura 4.166** Desplazamientos para estructuras de seis piso – S1  
**Figura 4.167** Desplazamientos para estructuras de seis piso – S2  
**Figura 4.168** Desplazamientos para estructuras de seis piso – S3  
**Figura 4.169** Desplazamientos para estructuras de seis piso – S4

## CAPITULO V

### ANALISIS DE LA VARIACIÓN DEL CORTANTE BASAL

- Figura 5.1** Cortante Basal para estructuras de seis pisos regulares – método lineal
- Figura 5.2** Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S1
- Figura 5.3** Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S1
- Figura 5.4** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S1
- Figura 5.5** Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S1
- Figura 5.6** Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S2
- Figura 5.7** Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S2
- Figura 5.8** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S2
- Figura 5.9** Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S2
- Figura 5.10** Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S3
- Figura 5.11** Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S3
- Figura 5.12** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S3
- Figura 5.13** Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S3
- Figura 5.14** Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S4
- Figura 5.15** Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S4
- Figura 5.16** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S4
- Figura 5.17** Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S4
- Figura 5.18** Cortante Basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1
- Figura 5.19** Cortante Basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1
- Figura 5.20** Media vs. Estático para suelo perfil S1
- Figura 5.21** Media vs. Lineal para suelo perfil S1
- Figura 5.22** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S2
- Figura 5.23** Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S2
- Figura 5.24** Media vs. Estático para suelo perfil S2
- Figura 5.25** Media vs. Lineal para suelo perfil S2
- Figura 5.26** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S3
- Figura 5.27** Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S3
- Figura 5.28** Media vs. Estático para suelo perfil S3
- Figura 5.29** Media vs. Lineal para suelo perfil S3
- Figura 5.30** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S4
- Figura 5.31** Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S4
- Figura 5.32** Media vs. Estático para suelo perfil S4
- Figura 5.33** Media vs. Lineal para suelo perfil S4

## CAPITULO VI

### ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LA REPARTICION DE FUERZAS EN LOS PÓRTICOS

- Figura 6.1** Fuerzas para estructuras de seis pisos regulares
- Figura 6.2** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal
- Figura 6.3** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático
- Figura 6.4** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS
- Figura 6.5** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH
- Figura 6.6** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú
- Figura 6.7** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS
- Figura 6.8** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal
- Figura 6.9** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático
- Figura 6.10** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS
- Figura 6.11** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH
- Figura 6.12** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú
- Figura 6.13** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS
- Figura 6.14** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal
- Figura 6.15** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático

**Figura 6.16** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.17** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 6.18** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 6.19** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 6.20** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 6.21** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 6.22** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.23** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 6.24** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 6.25** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 6.26** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 6.27** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 6.28** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.29** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 6.30** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 6.31** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 4.32** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 4.33** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 4.34** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 4.35** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 4.36** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 4.37** Fuerzas para estructuras de seis pisos - criterio Perú  
**Figura 6.38** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal  
**Figura 6.39** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 6.40** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 6.41** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 6.42** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 6.43** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 6.44** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 6.45** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 6.46** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.47** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 6.48** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 6.49** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 6.50** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 6.51** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 6.52** Fuerzas para estructuras de tres pisos criterio SRSS  
**Figura 6.53** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 6.54** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 6.55** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 6.56** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 6.57** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 6.58** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.59** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 6.60** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 6.61** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 6.62** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 6.63** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 6.64** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.65** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 6.66** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 6.67** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 6.68** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 6.69** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 6.70** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.71** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 6.72** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 6.73** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 6.74** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal  
**Figura 6.75** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 6.76** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS

**Figura 6.77** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 6.78** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 6.79** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 6.80** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 6.81** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 6.82** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.83** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 6.84** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 6.85** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 6.86** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 6.87** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 6.88** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.89** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 6.90** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 6.91** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 6.92** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 6.93** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 6.94** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.95** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 6.96** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 6.97** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 6.98** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 6.99** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 6.100** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.101** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH  
**Figura 6.102** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 6.103** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 6.104** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 6.105** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 6.106** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.107** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 6.108** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 6.109** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 6.110** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal  
**Figura 6.111** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático  
**Figura 6.112** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS  
**Figura 6.113** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH  
**Figura 6.114** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú  
**Figura 6.115** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS  
**Figura 6.116** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal  
**Figura 6.117** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático  
**Figura 6.118** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.119** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH  
**Figura 6.120** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú  
**Figura 6.121** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS  
**Figura 6.122** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal  
**Figura 6.123** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático  
**Figura 6.124** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.125** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH  
**Figura 6.126** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú  
**Figura 6.127** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS  
**Figura 6.128** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal  
**Figura 6.129** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático  
**Figura 6.130** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.131** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH  
**Figura 6.132** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú  
**Figura 6.133** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS  
**Figura 6.134** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal  
**Figura 6.135** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático  
**Figura 6.136** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.137** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH

**Figura 6.138** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú  
**Figura 6.139** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS  
**Figura 6.140** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal  
**Figura 6.141** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático  
**Figura 6.142** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS  
**Figura 6.143** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH  
**Figura 6.144** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú  
**Figura 6.145** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS  
**Figura 6.146** Fuerzas para estructuras de un piso – S1  
**Figura 6.147** Fuerzas para estructuras de un piso – S2  
**Figura 6.148** Fuerzas para estructuras de un piso – S3  
**Figura 6.149** Fuerzas para estructuras de un piso – S4  
**Figura 6.150** Fuerzas para estructuras de dos piso – S1  
**Figura 6.151** Fuerzas para estructuras de dos piso – S2  
**Figura 6.152** Fuerzas para estructuras de dos piso – S3  
**Figura 6.153** Fuerzas para estructuras de dos piso – S4  
**Figura 6.154** Fuerzas para estructuras de tres piso – S1  
**Figura 6.155** Fuerzas para estructuras de tres piso – S2  
**Figura 6.156** Fuerzas para estructuras de tres piso – S3  
**Figura 6.157** Fuerzas para estructuras de tres piso – S4  
**Figura 6.158** Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S1  
**Figura 6.159** Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S2  
**Figura 6.160** Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S3  
**Figura 6.161** Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S4  
**Figura 6.162** Fuerzas para estructuras de cinco piso – S1  
**Figura 6.163** Fuerzas para estructuras de cinco piso – S2  
**Figura 6.164** Fuerzas para estructuras de cinco piso – S3  
**Figura 6.165** Fuerzas para estructuras de cinco piso – S4  
**Figura 6.166** Fuerzas para estructuras de seis piso – S1  
**Figura 6.167** Fuerzas para estructuras de seis piso – S2  
**Figura 6.168** Fuerzas para estructuras de seis piso – S3  
**Figura 6.169** Fuerzas para estructuras de seis piso – S4

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO I**

### **ANÁLISIS LINEAL**

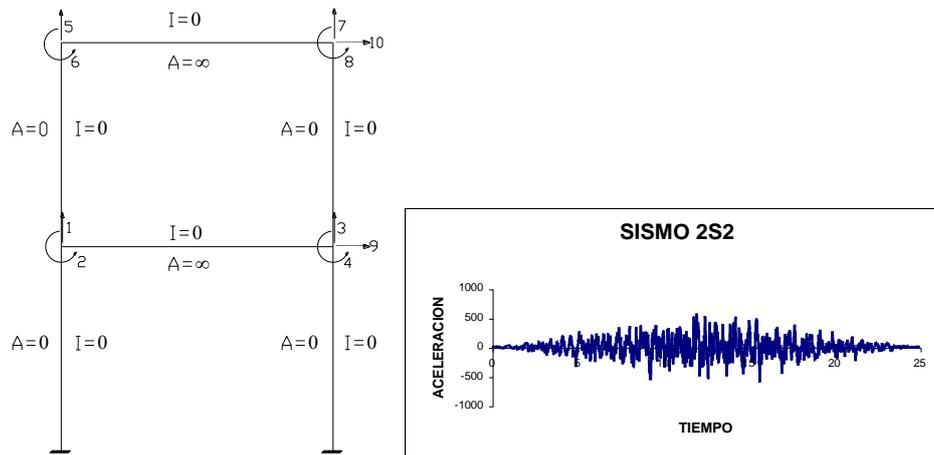
#### **RESUMEN**

En el presente capítulo, se realiza una comparación de los espectros del Código Ecuatoriano de la Construcción con los espectros obtenidos a partir de los acelerogramas sintéticos generados por el Dr. Aguiar para los diferentes perfiles de suelo estipulados en el CEC-2000.

Además, se define el modelo de cálculo que se utiliza para el análisis lineal, así como también el procedimiento que éste sigue para determinar la máxima respuesta en el tiempo ante la aplicación de un sismo a través de un acelerograma.

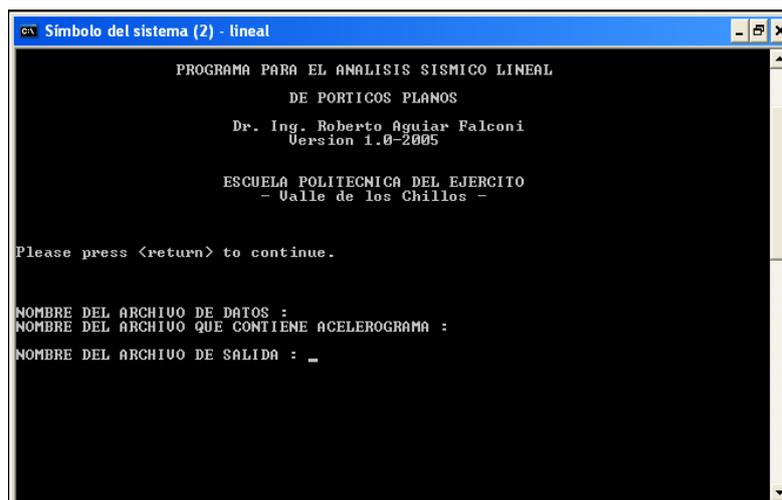
## 1.1 INTRODUCCIÓN

Se encuentra la respuesta en el tiempo de las estructuras aplicando la teoría de Análisis Lineal Elástico en el plano, el modelo numérico que se usa corresponde a un sistema de múltiples grados de libertad como se indica en la Figura 1.1, y se lo somete a eventos sísmicos a través de acelerogramas.



**Figura 1.1** Modelo del sistema de múltiples grados de libertad y Modelo del sistema con un grado de libertad

El Análisis Sísmico Lineal de los Pórticos Planos para encontrar la respuesta en el tiempo de las estructuras se va a realizar con el programa LINEAL, el cual necesita a más de los datos de la estructura, los datos del sismo al que va a ser sometida ésta, a través de un histograma de aceleraciones llamado acelerograma. La Figura 1.2 muestra la pantalla de ingreso de datos del programa LINEAL.



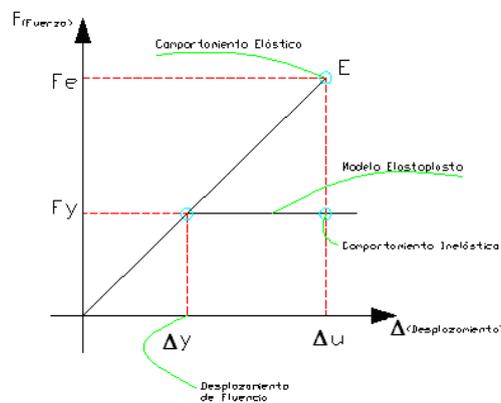
**Figura 1.2** Pantalla de ingreso de datos del programa LINEAL

El problema radica en que actualmente no se disponen en el Ecuador de acelerogramas, por lo que se obliga a generar acelerogramas sintéticos o artificiales que produzcan los

espectros de diseño que están estipulados en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC – 2000), para lo cual se va a utilizar el programa Synpro.

Por otro lado el diseño de las estructuras debe realizarse en el rango inelástico, entonces ¿cómo llevamos los resultados obtenidos en el rango elástico por el programa LINEAL al rango inelástico?

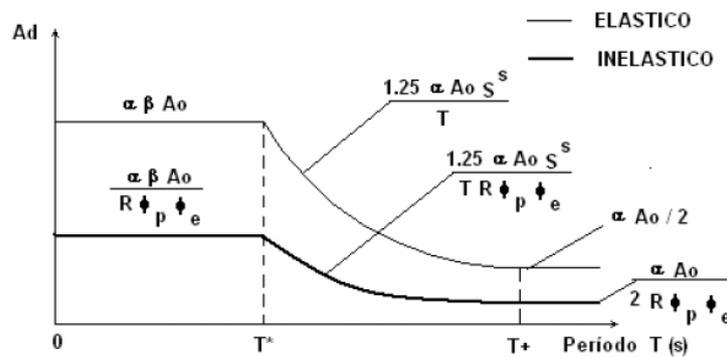
Para esto se va a utilizar el criterio de Newmark & Hall (1982) de iguales desplazamientos que se indica en la Figura 1.3, que consiste en aplicar al sistema de análisis un sismo a través de un programa de análisis lineal estático y obtener los desplazamientos máximos ( $\Delta_u$ ) de forma que coincidan con los obtenidos con el mismo sismo pero aplicado al sistema de análisis con un programa de análisis no lineal ( $\Delta_y$ ); de la relación entre  $\Delta_u$  y  $\Delta_y$  obtenemos la ductilidad de desplazamientos ( $\mu$ ) de la estructura.



**Figura 1.3** Regla de Iguales Desplazamientos

La ductilidad está relacionada con las fuerzas sísmicas a través de un factor de reducción que está en función del período de la estructura y que se lo denomina R. Cuando R es igual a la ductilidad se está aplicando la regla de iguales desplazamientos.

Este factor también es utilizado para obtener el Espectro Inelástico, dividiendo el Espectro Elástico para el factor R,  $\phi_p$  y  $\phi_e$ , que son coeficientes por irregularidades en la configuración de la estructura en planta y en elevación respectivamente como se indica en la Figura 1.4.

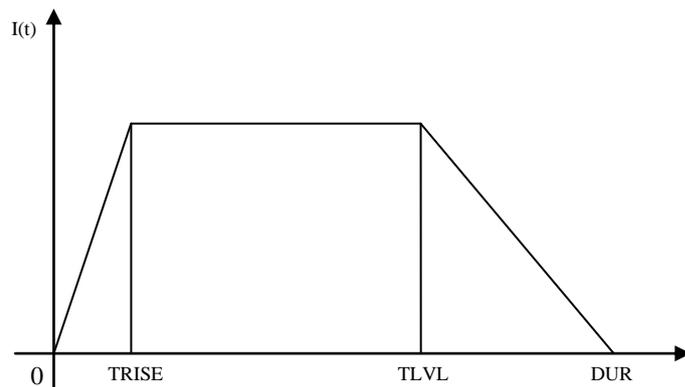


**Figura 1.4** Espectros: Elástico e Inelástico del CEC-2000

## 1.2 ACELEROGRAMAS SINTÉTICOS

Para la generación de acelerogramas sintéticos se utilizará el programa Synpro.

La metodología que utiliza este programa al igual que otros como el Simqke, en que se parte de un pseudo espectro previamente especificado, que en este caso van a ser los estipulados por el CEC-2000 para los diferentes tipos de suelo, así como la definición de una función de intensidad trapezoidal para darle el carácter de transitorio al sismo, que es la utilizada por Synpro y que se indica en la Figura 1.5.



**Figura 1.5** Función de intensidad trapezoidal

Esta función de intensidad está compuesta por tres fases, la fase ascendente, que es el tiempo en el cual se desea que crezca el sismo, la fase fuerte del sismo y la fase final que es el tiempo en que decae la señal, hasta llegar a cero al final del acelerograma; para los siete casos generados se tiene un tiempo de las fases ascendente y descendente de 5 segundos, mientras que la fase fuerte es variable debido a los diferentes tiempos de duración de los sismos.

Para la generación del movimiento artificial, se basa en el hecho de que cualquier función periódica puede extenderse en una serie de ondas sinusoidales, que obedecen la siguiente expresión:

$$Z(t) = I(t) \sum_n A_n \sin(\omega_n t + \phi_n) \quad (1.1)$$

En donde  $A_n$  es la amplitud y  $\phi_n$  es el ángulo de la fase de la  $n^{\text{ésima}}$  contribución sinusoidal,  $I(t)$  es una función de intensidad trapezoidal y  $\omega_n$  es la frecuencia.

Los acelerogramas que se obtuvieron por parte del Dr. Aguiar fueron para los tipos de suelos S1, S2, S3, S4 y para tiempos de duración entre 20seg y 50seg con intervalos de 5seg entre ellos, es decir, siete (7) sismos para cada tipo de suelo.

La Figura 1.6 muestra los acelerogramas sintéticos obtenidos para tipo de suelo S2 con los diferentes tiempos de duración.

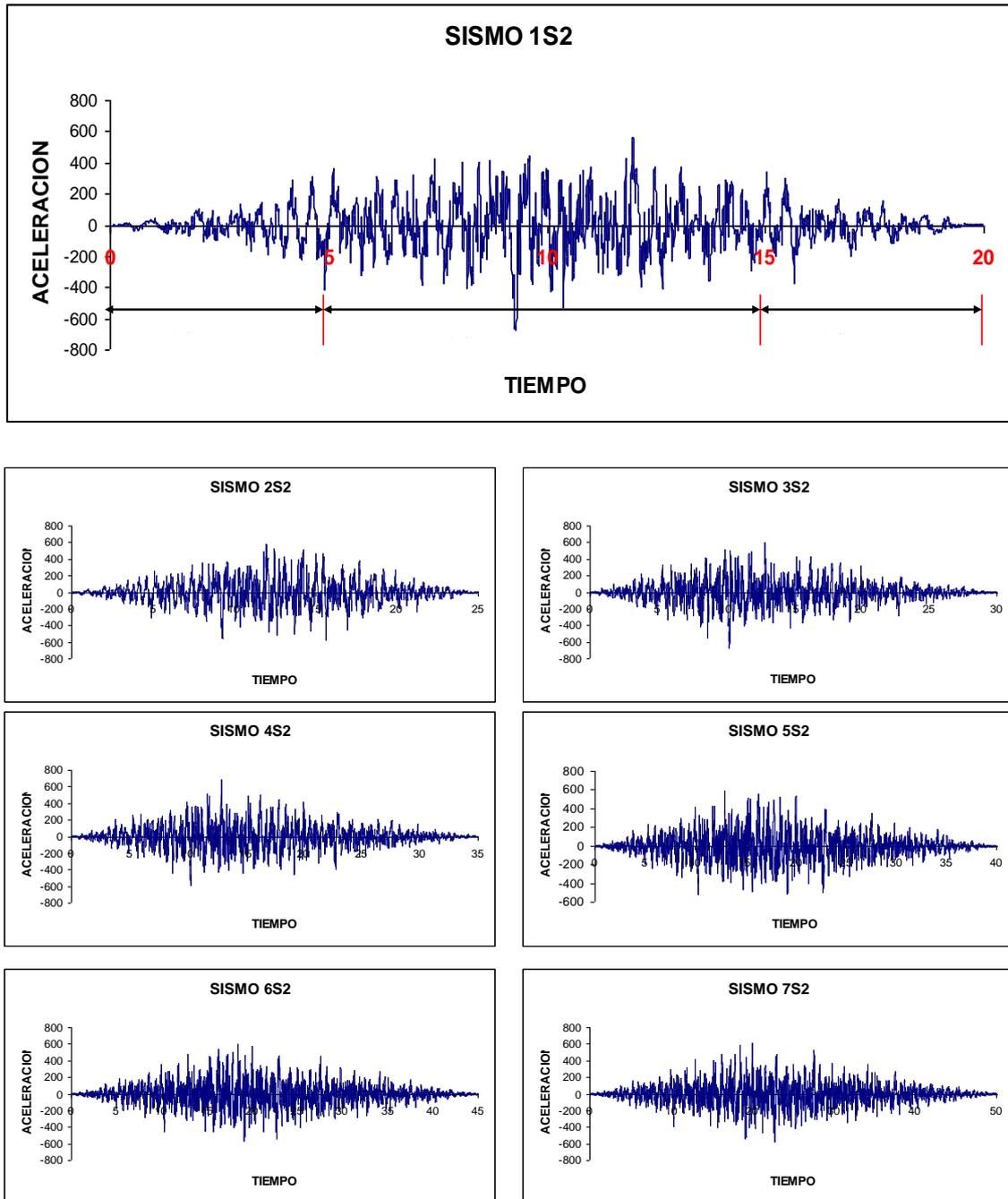
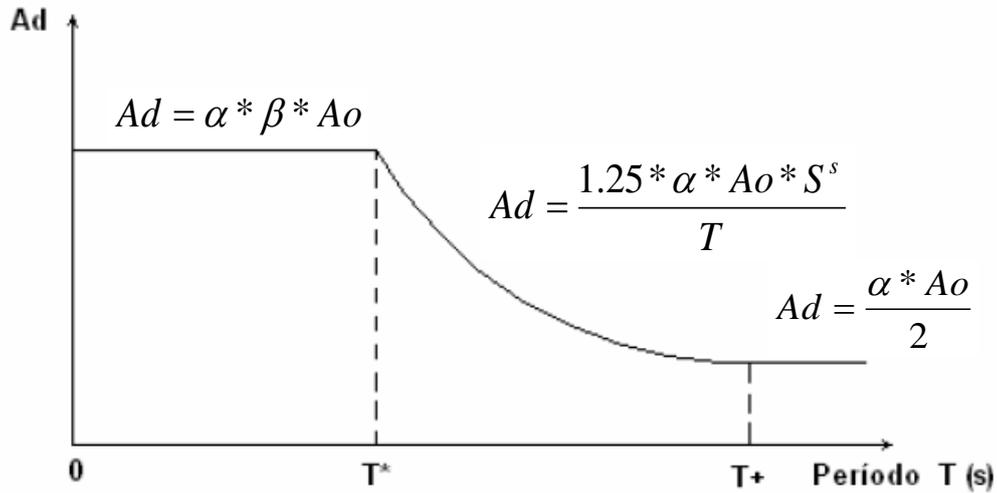


Figura 1.6 Acelerogramas sintéticos para suelo S2

### 1.2.1 Espectros CEC-2000

Para poder comparar con los espectros del Código Ecuatoriano de la Construcción se tienen que obtener los espectros de dichos acelerogramas, en la Figura 1.7 se muestran las funciones que rigen los espectros elásticos de éste código para los cuatro tipos de suelo definidos.



**Figura 1.7** Funciones que rigen el Espectro Elástico CEC-2000

En la Tabla 1.2 se indican los perfiles de suelo que el CEC-2000 define y sus relaciones en las ecuaciones que rigen los Espectros Elásticos, así como también en la Tabla 1.1 la aceleración de la zona sísmica para la cual se va a trabajar en el análisis.

**Tabla 1.1** Aceleración de la Zona de Análisis

$A_o =$	0,40 g
$\alpha =$	1,00

**Tabla 1.2** Perfiles de Suelo definidos por el CEC-2000

Suelo	$T^*$	$T^+$	$\beta$	S
<b>S1</b>	0,50	2,50	2,50	1,00
<b>S2</b>	0,52	3,11	3,00	1,20
<b>S3</b>	0,82	4,59	2,80	1,25
<b>S4</b>	2,00	10,00	2,50	2,00

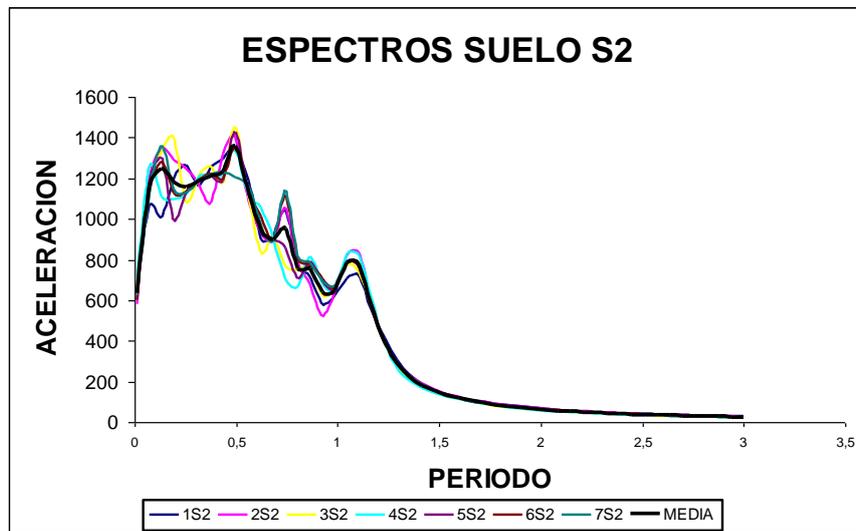
$$T < T^* \quad \boxed{Ad = \alpha * \beta * Ao} \quad (1.2)$$

$$T^* < T < T^+ \quad \boxed{Ad = \frac{1.25 * \alpha * Ao * S^s}{T}} \quad (1.3)$$

$$T > T^+ \quad \boxed{Ad = \frac{\alpha * Ao}{2}} \quad (1.4)$$

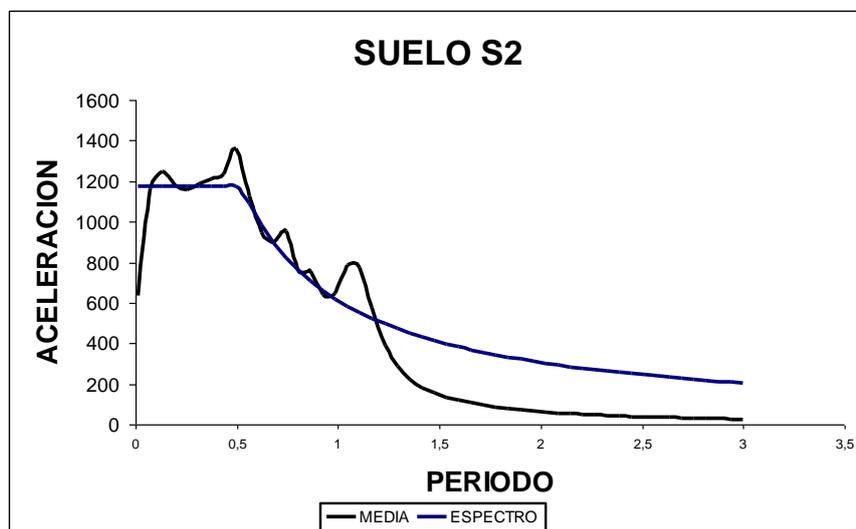
Como se puede observar los espectros están definidos en base al tipo de suelo y al período, por lo que posteriormente se pretende determinar la influencia de éste en el análisis sísmico.

Con estos acelerogramas y con la ayuda del programa Degtra se comprueba que los espectros obtenidos por el Dr. Aguiar correspondan a los espectros de diseño propuestos por el CEC-2000, como se muestra en la Figura 1.7 para suelo perfil S2.



**Figura 1.8** Espectros obtenidos a partir de los Acelerogramas Sintéticos para Suelo perfil S2

Para la comparación con el espectro de diseño estipulado en el CEC-2000 se calcula la media de los espectros obtenidos para cada caso y se la monta en una gráfica que contiene dicho espectro, como se muestra en la Figura 1.8.



**Figura 1.9** Comparación de la Media obtenida con los Espectros calculados con el espectro del CEC-2000 para Suelo perfil S2

A continuación se muestran los espectros obtenidos y su comparación con los espectros del CEC-2000 para los cuatro perfiles de Suelo.

### SUELO S1

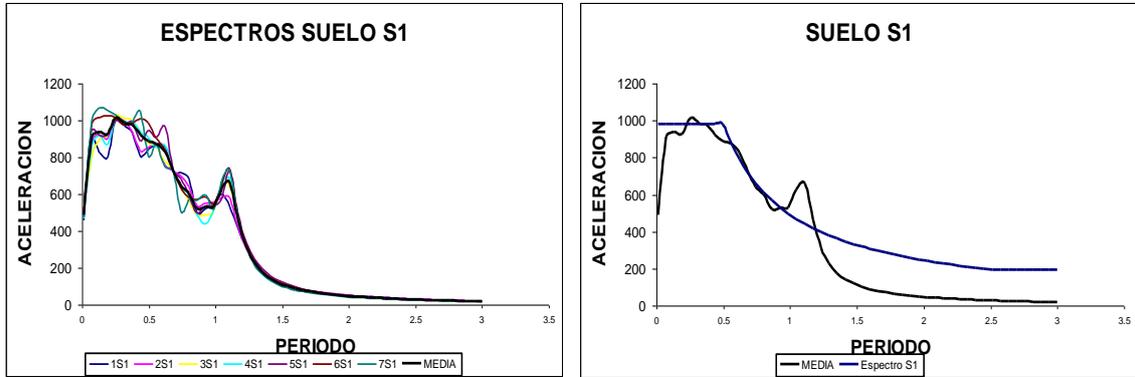


Figura 1.10 Espectros para Suelo perfil S1

### SUELO S2

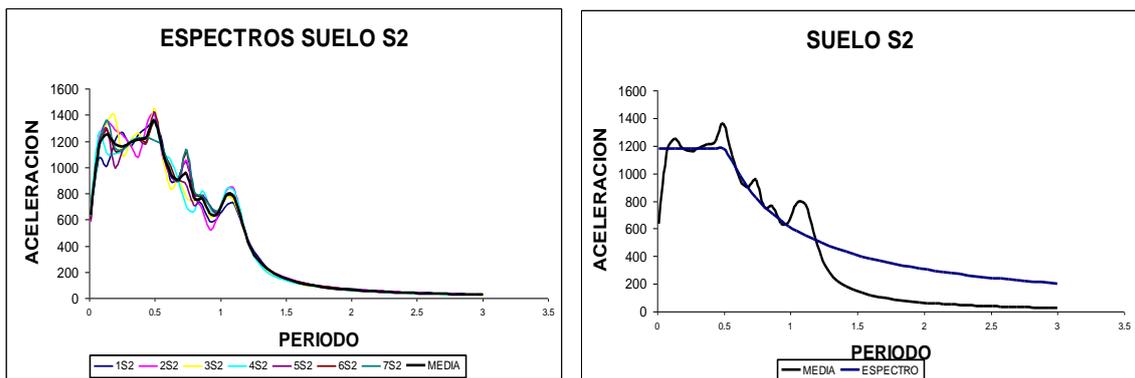


Figura 1.11 Espectros para Suelo perfil S2

### SUELO S3

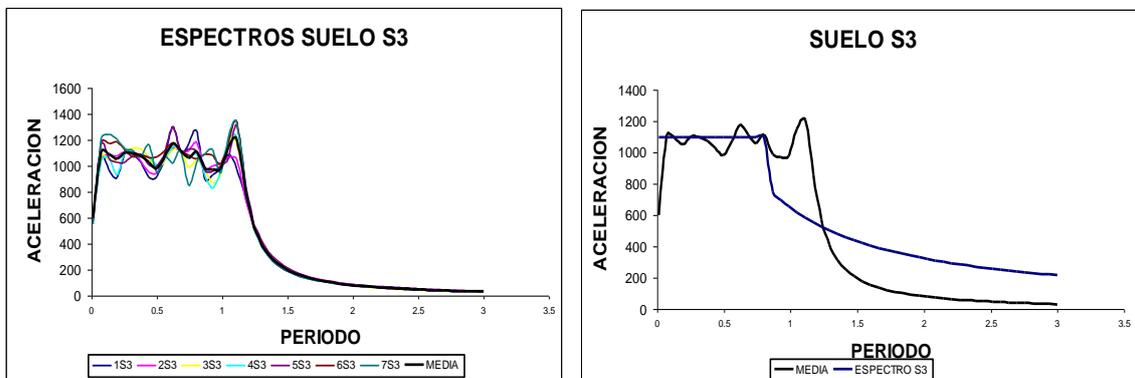


Figura 1.12 Espectros para Suelo perfil S3

## SUELO S4

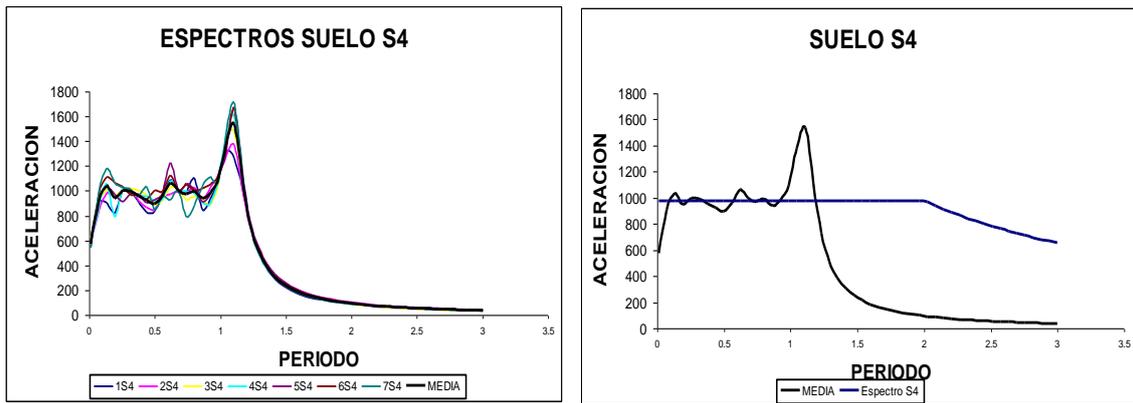


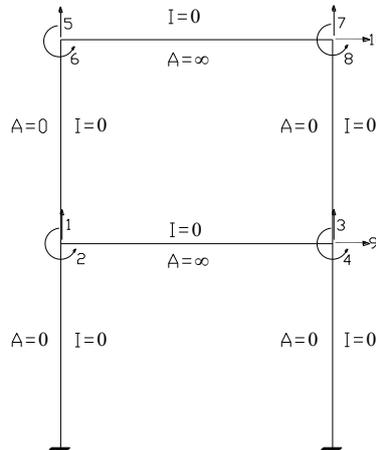
Figura 1.13 Espectros para Suelo perfil S4

Como se puede observar los espectros generados por los sismos sintéticos son muy similares a los espectros de diseño que estipula el CEC-2000.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO

A continuación se presenta el modelo numérico que se va a utilizar para el análisis lineal de los pórticos planos.

Como se puede observar en la Figura 1.13 se consideran vigas axialmente rígidas y columnas totalmente flexibles.



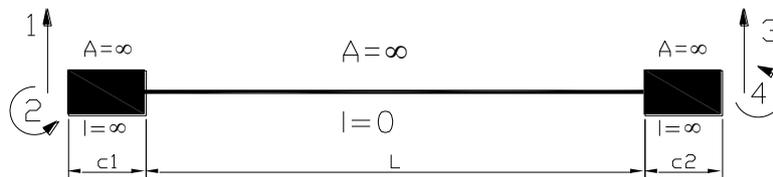
**Figura 1.14** Modelo de Cálculo

Debido a esta configuración se tiene un solo desplazamiento horizontal por piso, un corrimiento vertical y rotación en cada nudo de la estructura.

#### 1.3.1 MATRIZ DE RIGIDEZ

Como ya se indicó en la Figura 1.13 en el modelo de cálculo, se considera que los elementos horizontales son axialmente rígidos y los demás elementos totalmente flexibles, de tal manera que existe un grado de libertad horizontal por piso y un corrimiento vertical y rotación en cada uno de los nudos.

Para encontrar la Matriz de Rigidez de un pórtico plano se utilizará el método de ensamblaje directo, para lo cual se debe indicar el vector de colocación de cada uno de los elementos de la estructura y la matriz de rigidez de cada miembro, en el cálculo de las matrices de miembro se consideró elementos con nudos rígidos.

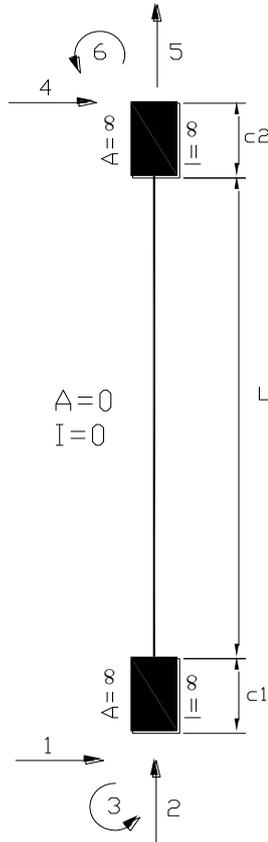


**Figura 1.15** Elemento horizontal con nudos rígidos

En la Figura 1.14 se muestra las coordenadas locales para los elementos horizontales que son axialmente rígidos y cuya matriz de rigidez está en función del módulo de elasticidad del material, el momento de inercia de la sección transversal y la longitud

del elemento en las mismas unidades por ejemplo en Toneladas y metros y es de la siguiente forma:

$$k = \begin{bmatrix} t & b + c_1 t & -t & b' + c_2 t \\ k + 2c_1 b + c_1^2 t & -(b + c_1 t) & a + c_1 b' + c_2 b + c_1 c_2 t & \\ & t & -(b' + c_2 t) & \\ & & k' + 2c_2 b' + c_2^2 t & \end{bmatrix} \quad (1.5)$$



Donde:

$$k = \frac{4(EI)_0}{L} \left[ \frac{1 + \phi}{1 + 4\phi} \right] \quad (1.6.1)$$

$$k' = k \quad (1.6.2)$$

$$a = \frac{2(EI)_0}{L} \left[ \frac{1 - 2\phi}{1 + 4\phi} \right] \quad (1.6.3)$$

$$b = \frac{6(EI)_0}{L^2} \left[ \frac{1}{1 + 4\phi} \right] \quad (1.6.4)$$

$$b' = b \quad (1.6.5)$$

$$t = \frac{12(EI)_0}{L^3} \left[ \frac{1}{1 + 4\phi} \right] \quad (1.6.6)$$

$$\phi = \frac{3(EI)_0 \beta}{(GA)_0 L^2} \quad (1.6.7)$$

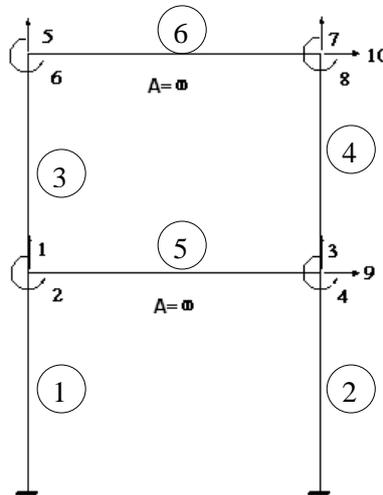
Donde  $E$  es el módulo de elasticidad del material,  $I$  es la inercia a flexión de la sección transversal,  $\beta$  es el factor de forma por corte de la sección,  $A$  es el área de la sección transversal,  $G$  es el módulo de corte y  $L$  la longitud del elemento.

**Figura 1.16** Elemento horizontal con nudos rígidos

En la Figura 1.15 se muestra el modelo de los elementos verticales, totalmente flexibles con sus coordenadas locales, a continuación se muestra la forma de la matriz de rigidez para este tipo de elementos.

$$k = \begin{bmatrix} t & 0 & -(b + c_1 t) & -t & 0 & -(b' + c_2 t) \\ r & 0 & 0 & 0 & -r & 0 \\ & k + 2c_1 b + c_1^2 t & b + c_1 t & 0 & a + c_1 b' + c_2 b + c_1 c_2 t & \\ & & t & 0 & b' + c_2 t & \\ & & & r & 0 & \\ & & & & k' + 2c_2 b' + c_2^2 t & \end{bmatrix} \quad (1.7)$$

Con las matrices de rigidez de cada miembro de la estructura se procede a calcular la matriz de rigidez de la misma, este cálculo se lo va a realizar por el método de ensamblaje directo, por lo que es necesario colocar las coordenadas de la estructura que se indican en la Figura 1.16, nótese que se enumera al final los corrimientos horizontales, esto incidirá luego en la forma de la ecuación para la obtención de la matriz lateral.



**Figura 1.17** Coordenadas del modelo de cálculo

El vector de colocación contiene los grados de libertad del nudo inicial y del nudo final y está en concordancia con el sistema de coordenadas de la estructura, para una mejor ilustración de la teoría a continuación se colocan dichos vectores para el ejemplo de este capítulo.

$$\begin{aligned}
 VC(1) &= [0,0,0,9,1,2] \\
 VC(2) &= [0,0,0,9,3,4] \\
 VC(3) &= [9,1,2,10,5,6] \\
 VC(4) &= [9,3,4,10,7,8] \\
 VC(5) &= [9,1,2,9,3,4] \\
 VC(6) &= [10,5,6,10,7,8]
 \end{aligned}$$

Con la matriz de rigidez de cada elemento y los vectores de colocación se ensambla la matriz de la estructura que sus dimensiones vienen dadas por los grados de libertad de la misma.

En este caso es de 10 x 10 y de la forma:

$$\begin{bmatrix} K_{AA} & K_{AB} \\ K_{BA} & K_{BB} \end{bmatrix} \quad (1.8)$$

Una vez obtenida la Matriz de la Estructura se calcula la Matriz Lateral con la ecuación:

$$K_L = K_{BB} - K_{BA} K_{AA}^{-1} K_{BB} \quad (1.9)$$

Se utiliza esta ecuación por la forma en que se numeró los grados de libertad de la estructura, otro método para calcular la matriz de rigidez lateral, es la condensación de Gauss, que se obtiene aplicando la primera etapa de este método hasta conseguir la rigidez matriz lateral en las últimas filas, cuyo número viene dado por el número de pisos de la estructura.

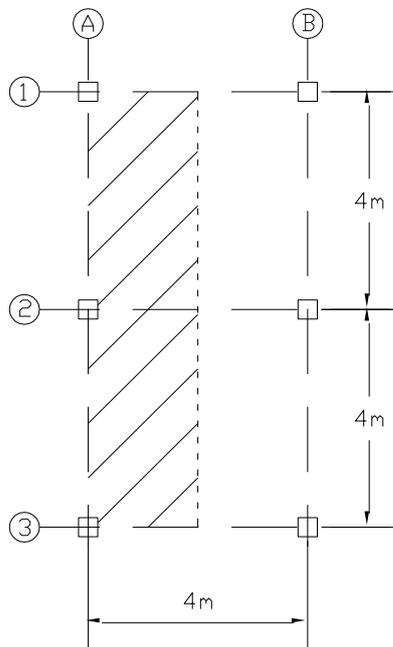
### 1.3.2 MATRIZ DE MASAS

Para encontrar la Matriz de Masas de una estructura, es necesario calcular previamente la Energía Cinética ( $T$ ) de la misma, la energía cinética de una estructura  $T$  es igual a la energía cinética de traslación más la energía cinética de rotación.

$$T = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 \quad (1.10)$$

Donde  $m$  es la masa,  $v$  es la velocidad lineal de traslación,  $J$  es el momento de inercia de la masa y  $\dot{\theta}$  es la velocidad angular.

Para el cálculo de las masas de piso se ha tomado en cuenta como área cooperante la mitad del vano, es decir no se realizó mosaico de cargas, por otro lado los pórticos analizados corresponden a los extremos de la estructura, por lo que solo se toma un ancho cooperante para dicho cálculo como se indica en la Figura 1.17.

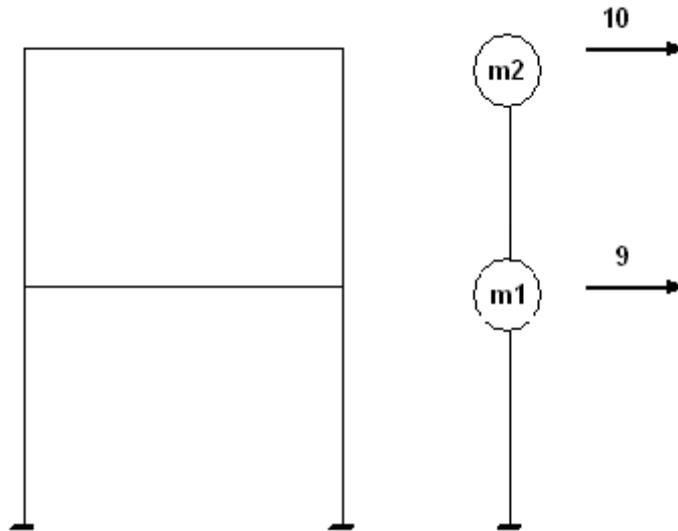


$$m = \frac{Ac * W}{g} L \quad (1.11)$$

+  
Donde  $m$  es la masa de piso,  $Ac$  el ancho cooperante para el pórtico,  $W$  el peso total por metro lineal,  $g$  la gravedad y  $L$  la longitud total del pórtico.

Para el cálculo del peso total  $W$ , se tomó en cuenta la combinación  $D + 25\% L$ , donde  $D$  es la carga muerta por metro lineal y  $L$  la carga viva por metro lineal.

**Figura 1.18** Ancho cooperante para los pórticos



**Figura 1.19** Modelo de masas concentradas a nivel de piso

En la Figura 1.18 se presenta el modelo numérico para el análisis sísmico, en el cual se han concentrado la masa a nivel de cada piso, de tal manera que  $m_1$  es la masa total del piso 1;  $m_2$  es la masa total del piso 2. Normalmente se desprecia la inercia rotacional de las masas, de tal manera que la energía cinética del sistema es igual a la energía cinética de traslación.

Para el modelo indicado tenemos una matriz de masas de  $n \times n$  donde  $n$  es el número de grados de libertad de la estructura, en este caso de  $10 \times 10$ , cuyos elementos son todos ceros a excepción de los correspondientes a las coordenadas laterales de piso.

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_2 \end{bmatrix} \quad (1.12)$$

Debido a que esta matriz, tiene valores iguales a cero en la diagonal principal es posible aplicar la condensación estática y se tiene:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} \quad (1.13)$$

Como se puede observar en el modelo de masas puntuales, la Matriz de Masas es diagonal y los elementos son las masas de cada piso, de tal manera que la forma general de la Matriz de Masas  $M$  es la siguiente:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & & & & & \\ & m_2 & & & & \\ & & \dots & & & \\ & & & m_i & & \\ & & & & \dots & \\ & & & & & m_n \end{bmatrix} \quad (1.14)$$

Donde  $m_i$  es la masa total del piso  $i$ ;  $m_n$  es la masa total del último piso.

### 1.3.3 VALORES Y VECTORES PROPIOS

Una vez obtenidas las Matrices de Rigidez Lateral y de Masas procedo a calcular los valores y vectores propios, con los valores propios se hallan las frecuencias y períodos de vibración y los vectores propios son los modos de vibración.

La ecuación que rige los problemas dinámicos es la siguiente:

$$M \ddot{q} + C \dot{q} + K q = Q \quad (1.15)$$

Si consideramos una vibración libre sin amortiguamiento tenemos que:  $C=0$  y  $Q=0$ , de donde la ecuación toma la siguiente forma:

$$M \ddot{q} + K q = 0 \quad (1.16)$$

De donde el problema de vectores propios está definido por la siguiente ecuación:

$$(K - \lambda M)\phi = 0 \quad (1.17)$$

Un método clásico para encontrar los valores y vectores propios de una matriz simétrica es el Método de Jacobi, el cual es utilizado por el programa **LINEAL**.

Se va a aplicar los modos Ritz, los cuales permiten determinar los modos de vibración con todos los grados de libertad, teniendo una ecuación de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} K_{AA} & K_{AB} \\ K_{BA} & K_{BB} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_A \\ \phi_B \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & M_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_A \\ \phi_B \end{bmatrix} \quad (1.18)$$

De esta manera se obtiene una ecuación similar a la ecuación 1.17 que tiene la siguiente forma:

$$K_{BB}^* \phi_B = \lambda M_B \phi_B \quad (1.19)$$

Donde,

$$K_{BB}^* = K_{BB} + K_{AB} T \quad (1.20)$$

Entonces el problema se reduce a obtener la matriz T que viene dada por:

$$T = -K_{AA}^{-1} K_{AB} \quad (1.21)$$

Ya que con esta matriz se puede calcular  $\phi_A$  y  $\phi_B$  de la siguiente expresión:

$$\phi_A = T \phi_B \quad (1.22)$$

### 1.3.4 MATRIZ DE AMORTIGUAMIENTO

La matriz de amortiguamiento se supone proporcional a las matrices de rigidez y masa modal, se presenta a continuación la matriz de amortiguamiento tipo Rayleigh que tiene la siguiente forma:

$$C = a_0 M + a_1 K \quad (1.23)$$

Cuyas constantes  $a_0$  y  $a_1$  vienen dadas por la ecuación:

$$\xi_i = \frac{a_0}{2W_{ni}} + \frac{a_1 W_{ni}}{2} \quad (1.24)$$

Siendo  $\xi_i$ , factor de amortiguamiento del modo i,  $W_{ni}$ , frecuencia natural del modo i.

Para el estudio se tomará como factor de amortiguamiento  $\xi_i=0.05$ .

## 1.4 RESPUESTA EN EL TIEMPO

El sistema de ecuaciones diferenciales que gobierna los problemas dinámicos, está definido por la siguiente ecuación. La solución de este sistema se realizará con el Método de Newmark.

$$M \ddot{q} + C \dot{q} + K q = -M J a(t) \quad (1.25)$$

Donde  $M$ ,  $C$ ,  $K$  son las matrices de Masa, Amortiguamiento y Rigidez del sistema. Se consideran constantes para análisis lineal.  $q$ ,  $\dot{q}$ ,  $\ddot{q}$  son los vectores de desplazamiento, velocidad y aceleración, respectivamente,  $J$  es un vector que contiene unos (para el caso plano),  $a(t)$  es la aceleración de movimiento del suelo. Normalmente se considera la componente horizontal. La solución de este sistema se realizará con el Método de Newmark, que está descrito en Aguiar (2006) y cuyo procedimiento se resume a continuación.

- i. Se determina la matriz de rigidez efectiva.

$$\hat{K} = K + \frac{1}{\beta \Delta t^2} M + \frac{\gamma}{\beta \Delta t} C \quad (1.26)$$

- ii. Para el instante de tiempo  $i + 1$  se determina el vector de cargas efectivo.

$$F_{i+1} = -M J a_{i+1} + M \left[ \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{q}_i + \left( \frac{1}{2\beta} - 1 \right) \ddot{q}_i \right] - C \left[ \left( 1 - \frac{\gamma}{\beta} \right) \dot{q}_i + \left( 1 - \frac{\gamma}{2\beta} \right) \Delta t \ddot{q}_i \right] \quad (1.27)$$

- iii. Se obtiene el incremento de desplazamiento para el tiempo  $i + 1$ , para ello se debe resolver el sistema de ecuaciones lineales:

$$\hat{K} \Delta q_{i+1} = F_{i+1} \quad (1.28)$$

- iv. Se calculan la aceleración, velocidad y desplazamiento en el incremento de tiempo  $i + 1$ .

$$\ddot{q}_{i+1} = \frac{1}{\beta \Delta t^2} \Delta q_{i+1} - \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{q}_i - \left( \frac{1}{2\beta} - 1 \right) \ddot{q}_i \quad (1.29)$$

$$\dot{q}_{i+1} = \frac{\gamma}{\beta \Delta t} \Delta q_{i+1} + \left( 1 - \frac{\gamma}{\beta} \right) \dot{q}_i + \left( 1 - \frac{\gamma}{2\beta} \right) \Delta t \ddot{q}_i \quad (1.30)$$

$$q_{i+1} = \Delta q_{i+1} + q_i \quad (1.31)$$

- v. Se actualizan desplazamientos, velocidades y aceleraciones y se pasa al próximo punto desde el paso ii.

$$q_i = q_{i+1} \quad (1.32)$$

$$\dot{q}_i = \dot{q}_{i+1} \quad (1.33)$$

$$\ddot{q}_i = \ddot{q}_{i+1} \quad (1.34)$$

Como ya se indicó para encontrar la respuesta en el tiempo se va a utilizar el programa LINEAL, que tiene como base de cálculo el método expuesto anteriormente.

Se ha realizado el análisis de estructuras de 1 a 6 pisos con 4 geometrías diferentes, para los cuatro tipos de suelo y con siete acelerogramas por tipo de suelo, es decir 672 casos de análisis.

Se presenta la máxima respuesta en el tiempo obtenida con el programa LINEAL para los casos analizados.

## **CAPITULO II**

### **METODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL**

#### **RESUMEN**

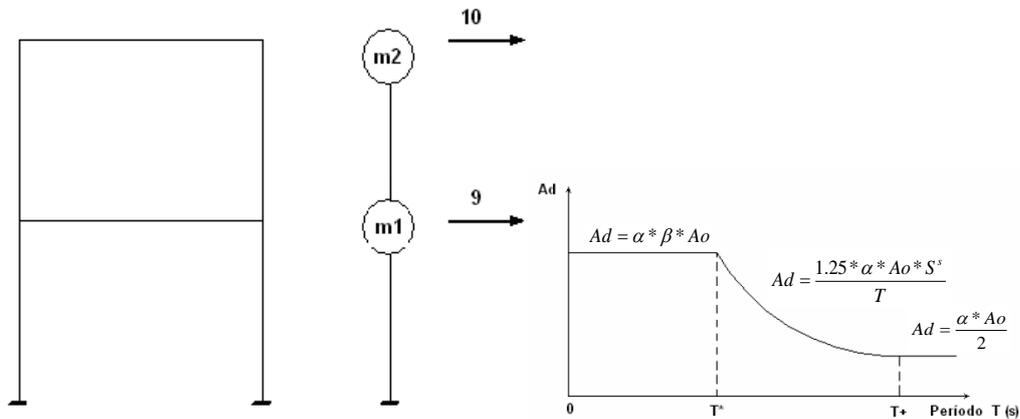
En el presente capítulo, se define el modelo de cálculo que se utiliza para realizar el análisis sísmico plano utilizando el método de combinación modal.

Además, se describen los diferentes criterios de combinación modal utilizados en el análisis y se explica el procedimiento de cálculo con un pórtico de 2 pisos en el que se aplican los diferentes criterios descritos.

Se realizan los controles que estipula el CEC-2000, para estructuras de hormigón armado como son el cortante basal mínimo, la deriva máxima de piso y el efecto  $P-\Delta$ .

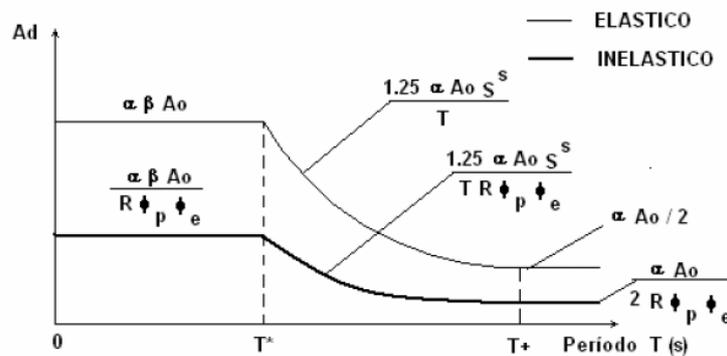
## 2.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO PLANO

Para el análisis sísmico plano con el método de superposición modal se usa un modelo numérico de masas concentradas a nivel de piso al que se lo somete a los espectros de diseño elástico que estipula el CEC-2000 para los cuatro perfiles de suelo definidos por el mismo como se indica en la Figura 2.1.



**Figura 2.1** Modelo de masas concentradas a nivel de piso y espectro de diseño elástico

Como el diseño de las estructuras debe realizarse en el rango inelástico se va a utilizar un factor de reducción de fuerzas sísmicas  $R_w = 10$  para el análisis de las estructuras ya que es el valor que estipula el CEC-2000 para dichas edificaciones, mientras que para el ejemplo que se presenta a continuación se va a utilizar un  $R_w=8$ , para llevar el espectro elástico al rango inelástico como se indica en la Figura 2.2.



**Figura 2.2** Espectros: Elástico e Inelástico del CEC-2000

De la misma forma debido a que este criterio acepta daños en la estructura se realizará el cálculo con inercias agrietadas como lo estipula el CEC-2000 y cuyas relaciones son las siguientes:

$$I_c = 0.80 I_g \quad (2.1)$$

$$I_v = 0.50 I_g \quad (2.2)$$

Para encontrar la máxima respuesta dinámica se usa el método de superposición modal, éste método permite encontrar las respuestas máximas modales, es decir en cada uno de

los modos naturales de vibración y combinarlos de acuerdo a los criterios de combinación modal conocidos.

Para éste estudio se van a considerar cuatro criterios de combinación modal que son:

- Criterio del valor máximo probable
- Criterio del valor absoluto
- Criterio propuesto Ing. Alejandro Gómez Hernández
- Criterio de la Norma Técnica de Edificación del Perú 2003

### 2.5.1 ALGORITMO DE CÁLCULO

A continuación se indicarán brevemente los diferentes elementos de cálculo que se usaron para obtener desplazamientos, fuerzas y cortantes en estructuras planas sometidas a cargas laterales por el método de superposición modal.

- i. Definición del modelo de cálculo (geometría general, características de los materiales, secciones de los elementos)
- ii. Matriz de rigidez de cada elemento (considerar nudos rígidos)
- iii. Matriz de rigidez de la estructura (ensamblaje directo)
- iv. Matriz de rigidez lateral de la estructura (condensación de Gauss)
- v. Matriz de masas (Es una matriz diagonal, en donde  $m=w/g$ )
- vi. Propiedades dinámicas y modos de vibración (valores y vectores propios obtenidos por el método de Jacobi)
- vii. Factores de participación modal (Uso de la matriz modal junto con la matriz de masas)

$$\gamma_i = \frac{\phi^{(i)t} M * J}{\phi^{(i)t} M \phi^{(i)}}$$

- viii. Aceleraciones espectrales (Uso del espectro de análisis del CEC-2000)

$$Ad_i = \frac{\alpha \beta A_0}{R_w}$$

- ix. Fuerzas y cortantes en cada modo (Uso de la matriz modal junto con el factor de participación modal, aceleraciones espectral y matriz de masas)

$$F_i = \gamma_i Ad_i M \phi^{(i)}$$

- x. Aplicación de los criterios de combinación modal (Aplicación de los cuatro criterios que se describen a continuación)
- xi. Aplicación de controles a la estructura (Cortante basal mínimo, deriva máxima de piso y efecto P- $\Delta$ )

## 2.6 DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE COMBINACIÓN MODAL

Para estimar la máxima respuesta sísmica existen una serie de criterios de combinación modal, a continuación se describen cuatro criterios con los que se realizará el presente estudio.

### 2.6.1 CRITERIO DE VALOR MÁXIMO PROBABLE

El criterio del máximo valor probable fue propuesto por Newmark y Rosenblueth (1971), este criterio es muy acertado con frecuencias naturales de vibración bien separadas, más del 10%.

La expresión de este criterio es la siguiente:

$$R_T \approx \sqrt{\sum_1^n R_i^2} \quad (2.3)$$

Donde,  $i$  corresponde a cada modo de vibración y  $n$  es el número total de modos que se consideran en el análisis.

Por su sencillez es uno de los más utilizados. Pero utilizar este criterio cuando las frecuencias son cercanas puede llevar a subestimar o sobrestimar considerablemente la respuesta.

### 2.6.2 CRITERIO DE VALOR ABSOLUTO

Llamado también superposición directa de los máximos modales, proporciona un límite superior al valor máximo de la respuesta total.

$$R_T \leq \sum_1^n |R_i| \quad (2.4)$$

Esta estimación con frecuencia es muy conservadora y no es recomendable para un diseño óptimo

### 2.6.3 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ

Es un nuevo criterio en el que no se condiciona su empleo a las frecuencias de vibración. En consecuencia se puede utilizar en estructuras cuyas frecuencias estén cercanas o alejadas. De las fórmulas anteriores se puede establecer la ecuación de la respuesta modal total máxima de la estructura de un edificio como sigue:

$$R_T \approx \sqrt{R_1^2 + \left( \sum_2^n |R_i| \right)^2} \quad (2.5)$$

En Gómez (2002) se demuestra que el modelo toma como límite superior al criterio de superposición directa y como límite inferior al criterio clásico del valor máximo probable, como se indica:

$$\sqrt{\sum_1^n R_i^2} \leq \sqrt{R_1^2 + \left(\sum_2^n |R_i|\right)^2} \leq \sum_1^n |R_i| \quad (2.6)$$

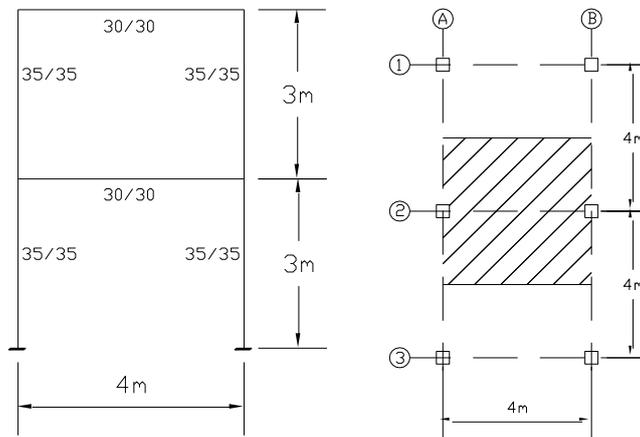
## 2.6.4 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003

En el reglamento nacional de construcciones de Perú 2003, se propone una ecuación para obtener la respuesta máxima  $R$  correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración  $R_i$ , que será tomado en cuenta para el análisis.

$$R_T = 0.25 \sum_{i=1}^n |R_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^n R_i^2} \quad (2.7)$$

## 2.7 ANÁLISIS SISMICO DE UN PÓRTICO PLANO DE 2 PISOS

Para ilustrar mejor éste método se presenta un ejemplo en el que se realiza el cálculo paso a paso de un pórtico plano de dos pisos que se indica en la Figura 2.3.



**Figura 2.3** Esquema y planta del pórtico de la estructura

Se van a considerar los cuatro criterios de combinación modal señalados anteriormente.

Las secciones del pórtico para vigas son de 30/30 cm y para columnas de 35/35 cm.

Se va a utilizar un módulo de elasticidad del hormigón  $E_c = 2173706.51 \text{ T/m}^2$ .

Para el cálculo de las cargas que gravitan en las vigas de la estructura se considera una carga muerta  $D = 500 \text{ Kg/m}^2$  y una carga viva  $L = 200 \text{ Kg/m}^2$ , la carga total para el

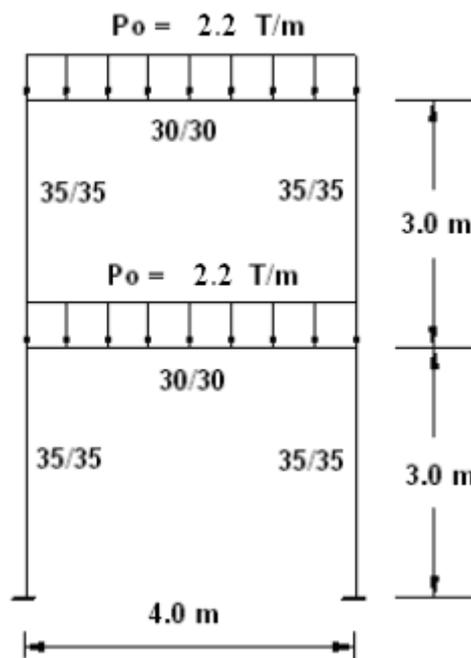
análisis sísmico por metro lineal obedece a la siguiente expresión:  $W = D + 0.25 L$ , combinación que se a utilizado para todos los análisis que se han realizado en éste estudio, siendo  $W = 550 \text{ Kg/m}^2$ .

Para llevar ésta carga a las vigas como uniformemente distribuida se considera la mitad del vano como ancho cooperante ( $A_c$ ), ésta consideración responde a que el análisis se realiza en el plano y esto constituye un factor de seguridad adicional para la consideración de las fuerzas.

$$P_o = A_c * W \quad (2.8)$$

Como se muestra la Figura 2.3 se realiza el análisis para el pórtico 2 que es un pórtico interior por lo que su ancho cooperante es 4m.

Como se indica en la Figura 2.4 la carga es uniformemente distribuida con un valor de  $P_o = 2.2 \text{ T/m}$ ,



**Figura 2.4** Cargas que gravitan en el pórtico

### 2.7.1 MATRIZ DE RIGIDEZ LATERAL

Por lo expuesto en el capítulo anterior el análisis sísmico se realiza con la matriz de rigidez lateral que es la matriz asociada a los desplazamientos horizontales de piso, por lo que se necesita encontrar previamente la matriz de rigidez de la estructura para luego condensarla y obtener la matriz de rigidez lateral.

En la Figura 2.5 se muestran los grados de libertad de la estructura que se va a analizar.

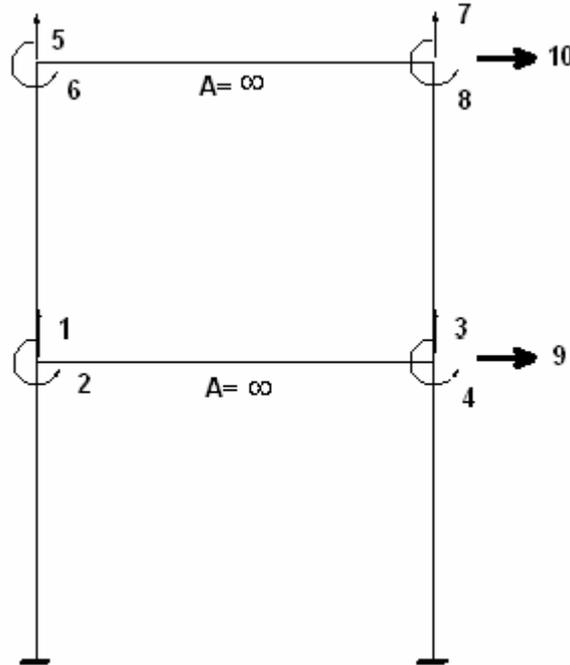


Figura 2.5 Grados de libertad del pórtico

Para encontrar la matriz de rigidez de la estructura es necesario obtener previamente las matrices de rigidez de cada miembro para luego ensamblarla, por lo que se presentan las matrices de miembro para los elementos de la estructura:

#### Vigas

Como se indica en la Figura 2.6 en los modelos de cálculo se considera que las vigas son axialmente rígidas y con nudos rígidos, por lo que el esquema es el siguiente:

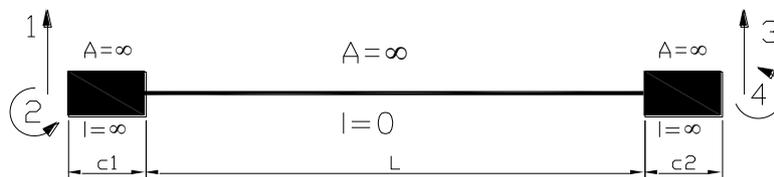


Figura 2.6 Elementos horizontales y sus coordenadas locales

De este modelo se obtiene que la matriz de rigidez de miembro tiene la siguiente forma:

$$k = \begin{bmatrix} t & b+c_1t & -t & b'+c_2t \\ k+2c_1b+c_1^2t & -(b+c_1t) & a+c_1b'+c_2b+c_1c_2t & \\ & t & -(b'+c_2t) & \\ & & k'+2c_2b'+c_2^2t & \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

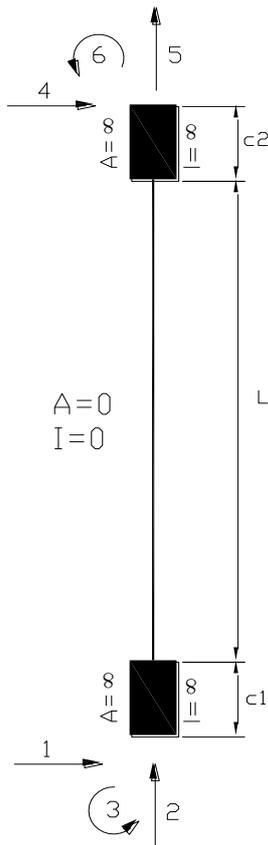
Todas estas variables fueron detalladas en el capitulo anterior por lo que reemplazando valores se tiene:

$$k = \begin{bmatrix} 329.32 & 658.64 & -329.32 & 658.64 \\ & 1700.39 & -658.64 & 934.17 \\ & & 329.32 & -658.64 \\ & & & 1700.39 \end{bmatrix}$$

### Columnas

De la misma manera se presenta el esquema de las columnas en que se considera nudos rígidos y elementos totalmente flexibles.

Por lo que la matriz de rigidez de miembro tiene la siguiente forma:



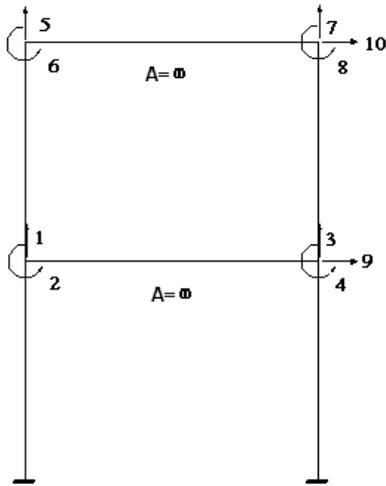
$$k = \begin{bmatrix} t & 0 & -(b+c_1t) & -t & 0 & -(b'+c_2t) \\ r & 0 & 0 & -r & 0 & 0 \\ & k+2c_1b+c_1^2t & b+c_1t & 0 & a+c_1b'+c_2b+c_1c_2t & \\ & & t & 0 & b'+c_2t & \\ & & & r & 0 & \\ & & & & k'+2c_2b'+c_2^2t & \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Reemplazando valores se tiene:

$$k = \begin{bmatrix} 1249.60 & 0 & -1468.28 & -1249.60 & 0 & -1655.72 \\ & 80425.53 & 0 & 0 & -80425.53 & 0 \\ & & 2328.42 & 1468.28 & 0 & 1342.28 \\ & & & 1249.60 & 0 & 1655.72 \\ & & & & 80425.53 & 0 \\ & & & & & 2797.02 \end{bmatrix}$$

**Figura 2.7** Elementos verticales y sus coordenadas locales

Para encontrar la matriz de rigidez de la estructura se aplica el método de ensamblaje directo con las coordenadas globales que se indican en la Figura 2.8 con las que se obtuvo los vectores de colocación que se indican a continuación:



$$VC(1)=[0,0,0,9,1,2]$$

$$VC(2)=[0,0,0,9,3,4]$$

$$VC(3)=[9,1,2,10,5,6]$$

$$VC(4)=[9,3,4,10,7,8]$$

$$VC(5)=[1,2,3,4]$$

$$VC(6)=[5,6,7,8]$$

**Figura 2.8** Coordenadas globales de la estructura

Con las matrices de rigidez de miembro y los vectores de colocación se procede a ensamblar la matriz de rigidez de la estructura, la que se condensa mediante el método de Gauss para encontrar la matriz de rigidez lateral que se presenta a continuación:

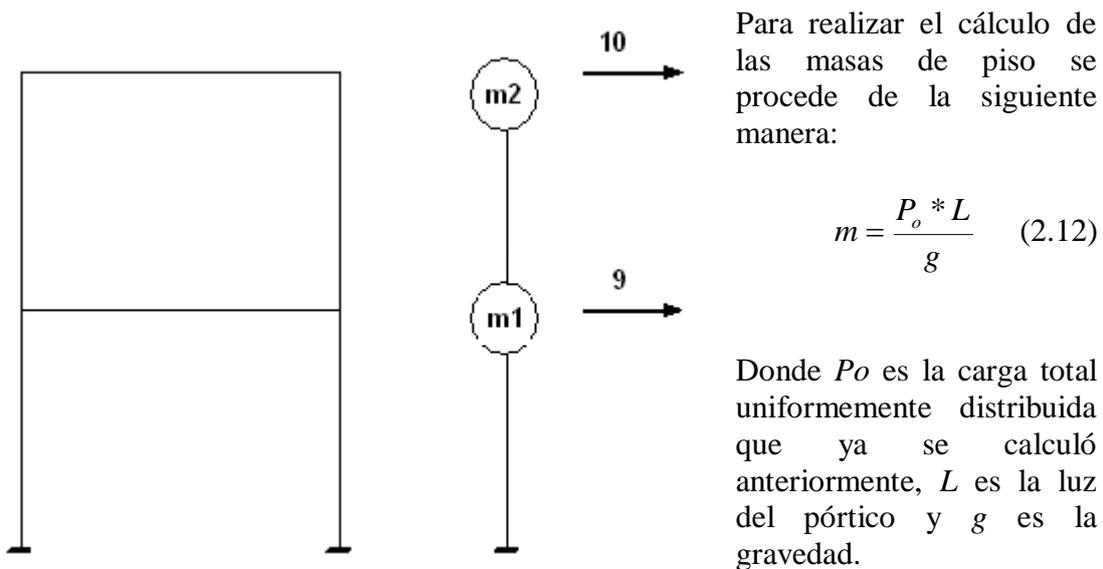
$$KL = \begin{bmatrix} 2728.4 & -1034.5 \\ -1034.5 & 614.0 \end{bmatrix}$$

### 2.7.2 MATRIZ DE MASAS

La matriz de masas para el modelo numérico que se indica en la Figura 2.9, de masas concentradas a nivel de piso es de la forma:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & & & & & \\ & m_2 & & & & \\ & & \dots & & & \\ & & & m_i & & \\ & & & & \dots & \\ & & & & & m_n \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Donde  $m_i$  es la masa total del piso  $i$ ;  $m_n$  es la masa total del último piso.



**Figura 2.9** Modelo de masas concentradas

Como se puede observar  $m_1 = m_2$  y su valor es  $0.898 \text{ T-s}^2/\text{m}$ , teniendo una matriz de masas de la forma:

$$M = \begin{bmatrix} 0.898 & \\ & 0.898 \end{bmatrix}$$

### 2.7.3 VALORES Y VECTORES PROPIOS

El problema de vectores propios está definido por la siguiente ecuación:

$$(K - \lambda M)\phi = 0 \quad (2.13)$$

Para el ejemplo que se está desarrollando se tienen las matrices:

$$KL = \begin{bmatrix} 2728.4 & -1034.5 \\ -1034.5 & 614.0 \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad M = \begin{bmatrix} 0.898 & 0.00 \\ 0.00 & 0.898 \end{bmatrix}$$

Reemplazando estas matrices en la ecuación 2.13 y luego de operar se tiene:

$$\lambda_1 = 213.90$$

$$\lambda_2 = 3508.2$$

$$\phi^{(1)} = \begin{bmatrix} 0.3985 \\ 0.9771 \end{bmatrix}$$

$$\phi^{(2)} = \begin{bmatrix} -0.9771 \\ 0.3985 \end{bmatrix}$$

## 2.7.4 FRECUENCIAS Y PERÍODOS DE VIBRACIÓN

Una vez que se han obtenido los valores propios se pueden determinar las frecuencias de vibración  $W_{ni}$  usando la siguiente ecuación:

$$W_{ni} = \sqrt{\lambda_i} \quad (2.14)$$

De donde:

$$W_{n1}=14.625$$
$$W_{n2}=59.230$$

De la misma manera podemos encontrar los períodos de vibración  $T_i$  aplicando la ecuación:

$$T_i = \frac{2\pi}{W_{ni}} \quad (2.15)$$

Teniendo:

$$T_1=0.429s.$$
$$T_2=0.106s.$$

## 2.7.5 FACTORES DE PARTICIPACIÓN MODAL

Los factores de participación modal indican que tanto el modo  $i$  influye en la respuesta total de la estructura, de esta forma tenemos:

$$\gamma_i = \frac{\phi^{(i)t} M * J}{\phi^{(i)t} M \phi^{(i)}} \quad (2.16)$$

Donde,

$\phi^{(i)}$  modo de vibración  $i$

$M$  matriz de masas

$J$  vector unitario que para nuestro caso es  $J = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

Por lo que luego de reemplazar valores tenemos los siguientes factores de participación modal:

$$\gamma_1= 1.2354$$
$$\gamma_2= 0.5196$$

### 2.7.6 ACELERACIONES ESPECTRALES

Las aceleraciones espectrales dependen del espectro asociado al tipo de suelo en el que se desee realizar el cálculo, para el ejemplo se usa un perfil S1.

Como ya se indicó anteriormente el factor de reducción de las fuerzas sísmicas para el ejemplo es  $R_w=8$ ,  $\alpha=1$ ,  $\beta=2.5$  y  $A_o=0.40g$ .

Con los periodos de la estructura ingresamos al espectro y determinamos la aceleración.

Debido a que los periodos de la estructura se encuentran en el intervalo donde la ecuación que domina el espectro inelástico es la siguiente:

$$Ad_i = \frac{\alpha\beta A_o}{R_w} \quad (2.17)$$

Se tiene:

$$\begin{aligned} Ad_1 &= 1.225 \\ Ad_2 &= 1.225 \end{aligned}$$

### 2.7.7 FUERZAS EN CADA MODO

La ecuación aproximada que determina las fuerzas estáticas equivalentes en cada modo es la siguiente:

$$F_i = \gamma_i Ad_i M \phi^{(i)} \quad (2.18)$$

Por lo que se tiene:

Modo 1	Modo 2
$F_1=0.5416$	$F_1=0.5585$
$F_2=1.3279$	$F_2=-0.2278$

### 2.7.8 CORTANTES EN CADA MODO

Los cortantes en cada modo resultan de la suma de las fuerzas de cada piso por lo que se tiene:

Modo 1	Modo 2
$V_1=1.8695$	$V_1=0.3307$
$V_2=1.3279$	$V_2=-0.2278$

### 2.7.9 APLICACIÓN DE CRITERIOS EN CORTANTES

Como ya se indicó los cuatro criterios que se van a analizar en el presente estudio son:

**VALOR MÁXIMO PROBABLE**

**AGH**

$$R_T \approx \sqrt{\sum_1^n R_i^2} \quad (2.19)$$

$$R_T \approx \sqrt{R_1^2 + \left(\sum_2^n |R_i|\right)^2} \quad (2.21)$$

**VALOR ABSOLUTO**

**NORMA TECNICA PERÚ 2003**

$$R_T \leq \sum_1^n |R_i| \quad (2.20)$$

$$R_T = 0.25 \sum_{i=1}^n |R_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^n R_i^2} \quad (2.22)$$

**2.7.10 FUERZAS ESTÁTICAS FINALES**

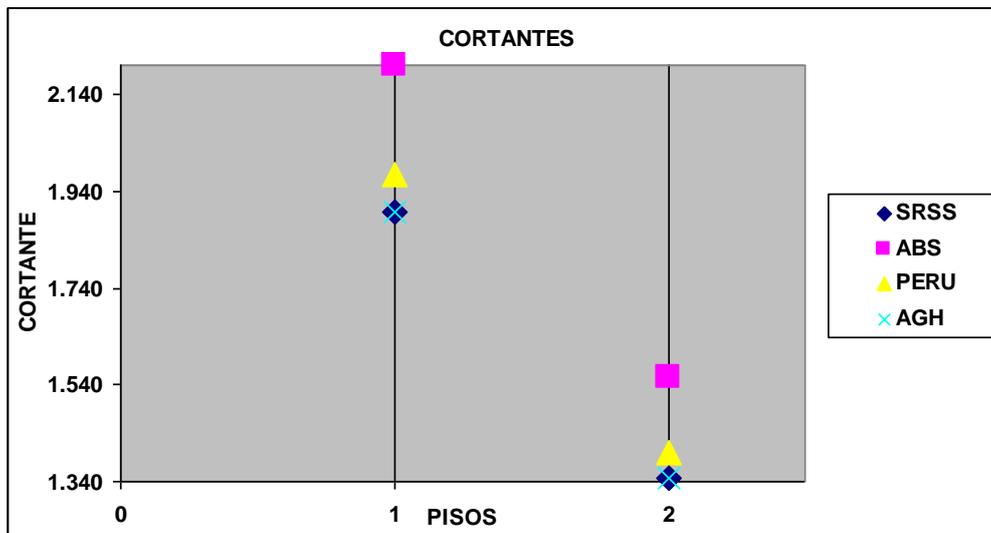
Para encontrar las fuerzas estáticas equivalentes es necesario aplicar los criterios de combinación modal a los cortantes y de un proceso inverso al anterior encontrar las fuerzas.

En la Tabla 2.1 se presentan los cortantes totales encontrados con los cuatro criterios de análisis.

**Tabla 2.1** Cortantes para cada criterio de combinación modal

<b>CORTANTES</b>				
<b>Piso</b>	<b>Criterio de Combinación</b>			
	<b>SRSS</b>	<b>ABSOL</b>	<b>PERU</b>	<b>AGH</b>
1	1.899	2.200	1.974	1.899
2	1.347	1.556	1.399	1.347

En la Figura 2.10 se grafican los valores de los cortantes encontrados para los cuatro criterios de combinación modal.



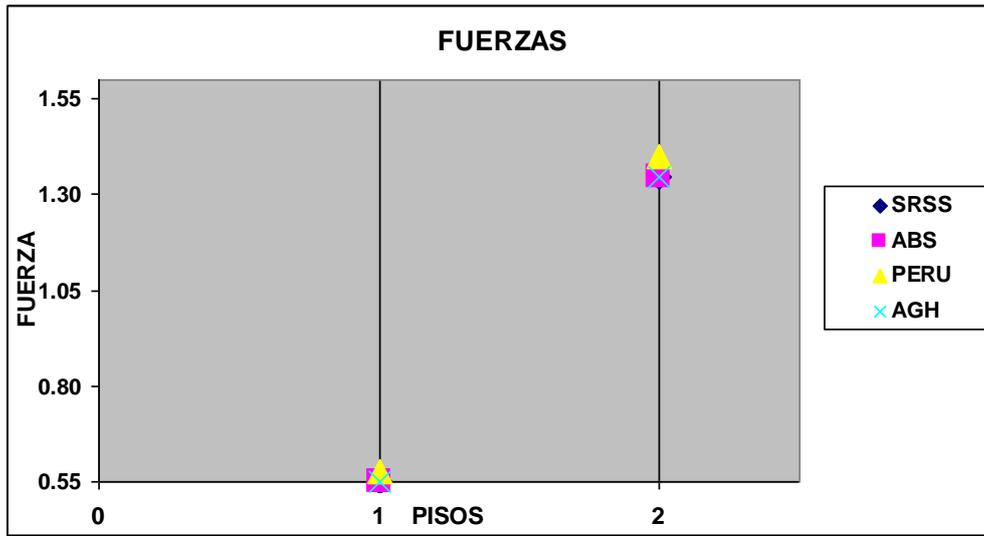
**Figura 2.10** Cortantes para cada criterio de combinación modal

Las fuerzas calculadas a partir de estos cortantes son las siguientes:

**Tabla 2.2** Fuerzas para cada criterio de combinación modal

FUERZAS				
Piso	Criterio de Combinación			
	SRSS	ABSOL	PERU	AGH
1	0.551	0.645	0.575	0.551
2	1.347	1.556	1.399	1.347

En la Figura 2.11 se grafican los valores de las fuerzas encontrados para los cuatro criterios de combinación modal.



**Figura 2.11** Fuerzas para cada criterio de combinación modal

## 2.8 DESCRIPCIÓN DE CONTROLES

El Código Ecuatoriano de la Construcción indica los siguientes controles que se deben realizar a las estructuras durante el diseño sísmico.

Para realizar estos controles, solo se utilizarán los resultados obtenidos en el estudio con el criterio de valor máximo probable por ser el más utilizado.

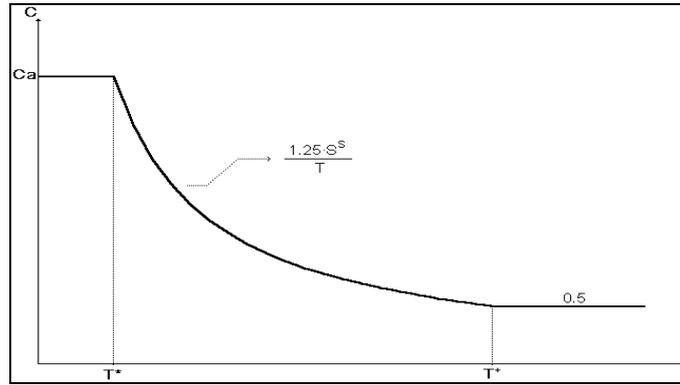
### 2.8.1 CORTANTE BASAL MÍNIMO

El cortante basal de la estructura debe cumplir la expresión:  $V_o \geq V_{om}$ , siendo  $V_{om}$  el estipulado en el CEC-2000, que se indica a continuación:

$$V_{om} = \frac{ZIC}{R_w \phi_p \phi_e} W \quad (2.23)$$

Donde  $Z$  es el factor de zona sísmica (0.4),  $I$  es el factor de importancia (1),  $C$  es el coeficiente sísmico definido en la Figura 2.12, en función del factor de amplificación por efecto de suelo  $S$  (1) y del período fundamental  $T$  ( $T=0.0731H^{3/4}$ ),  $W$  es el peso reactivo el mismo que se calcula exclusivamente con la carga muerta,  $R_w$  es el factor de

reducción de las fuerzas sísmicas para obtener el espectro inelástico,  $\phi_p$ ,  $\phi_e$  factores que reducen el comportamiento no lineal debido a irregularidades en planta y elevación.



**Figura 2.12** Coeficiente sísmico  $C$ , de acuerdo al CEC 2000

Siendo:

$H=6m$   
 $S=1$   
 $C_t=0.0731$   
 $T=0.28$   
 $C=4.46 < \beta$   
 $\beta=2.5$   
 $R_w=8$   
 $\phi_p=1$   
 $\phi_e=1$   
 $W=8.00 \cdot 2=16.00$

$$V_{om} = \frac{0.4 * 1 * 2.5}{8 * 1 * 1} 16.00$$

$$V_{om}=2.0$$

Como no se cumple la condición inicial de  $V_o \geq V_{om}$ , se procede a calcular un factor de corrección que se indica a continuación:

$$f = \frac{V_{om}}{V_o} \tag{2.24}$$

Que reemplazando valores tenemos:

$$f=1.053$$

En la Tabla 2.3, se indican las fuerzas obtenidas luego del control del cortante basal mínimo.

**Tabla 2.3** Fuerzas Laterales

<b>FUERZAS</b>		
<b>Piso</b>	<b>Criterio de Combinación</b>	
	<b>SRSS</b>	<b>MODF.</b>
1	0.551	0.580
2	1.347	1.419

## 2.8.2 DERIVA DE LOS PÓRTICOS

La deriva máxima recomendada por el CEC-2000 es del 2%.

La deriva de piso  $\delta_i$  se determina a través de los desplazamientos inelásticos, como la relación entre el desplazamiento relativo inelástico para la altura de entrepiso, para esto es necesario calcular los desplazamientos elásticos para luego llevarlos al rango inelástico mediante la multiplicación de estos por el factor de reducción de las fuerzas sísmicas  $R_w$ .

Los desplazamientos elásticos se obtienen mediante la ecuación:

$$Q = K * q \quad (2.25)$$

Donde K es la matriz de rigidez lateral de la estructura con inercias gruesas y el vector de cargas Q está formado por las fuerzas laterales de piso, esto es importante porque hasta el momento todos los cálculos se han realizado con inercias agrietadas. Estas matrices resultan:

$$K_G = \begin{bmatrix} 3633.4 & -1447.1 \\ -1447.1 & 937.9 \end{bmatrix} \quad y \quad Q = \begin{bmatrix} 0.580 \\ 1.419 \end{bmatrix}$$

De donde:

$$q_G = \begin{bmatrix} 0.0020 \\ 0.0046 \end{bmatrix}$$

Es el vector de desplazamientos elásticos que multiplicados por  $R_w$  son los desplazamientos inelásticos como lo indica la siguiente ecuación:

$$q_{in} = R_w * q \quad (2.26)$$

Obteniéndose así:

$$q_{in} = \begin{bmatrix} 0.0158 \\ 0.0365 \end{bmatrix}$$

La Tabla 2.4 nos presenta un resumen de lo que se hizo e incorpora la deriva de piso.

**Tabla 2.4** Desplazamientos elásticos, inelásticos y deriva de piso

Piso	Desplazamiento Elástico (cm)	Desplazamiento Inelástico (cm)	Deriva de piso $\delta_i$
1	0.20	1.58	0.527
2	0.46	3.65	0.690

Como se puede observar los valores obtenidos son menores a la deriva permitida por el CEC-2000, por lo que no hay problema de distorsión de piso.

## 2.8.3 EFECTO P-Δ

Una forma simplificada de controlar el efecto  $P - \Delta$  es mediante el factor de estabilidad de piso  $\theta_k$  el mismo que viene definido por la siguiente ecuación:

$$\theta_k = \frac{PT_k}{V_k} \delta_k \quad (2.27)$$

donde  $PT_k$  es la carga vertical que gravita desde el piso  $k$  hasta el tope del edificio,  $\delta_k$  es la deriva del piso  $k$  y  $V_k$  es el cortante del piso  $k$ . Si el valor de  $\theta_k$  en todos los pisos es menor a 0.08, la estructura no tendrá problema del efecto  $P - \Delta$ . Por el contrario si en algún piso el valor de  $\theta_k$  supera el valor de 0.30 la estructura tendrá serios problemas por el efecto  $P - \Delta$  debiendo rediseñarse la misma para el efecto se debe incrementar la sección transversal de vigas y columnas y repetir el análisis sísmico.

Finalmente para el caso en que el valor de  $\theta_k$  en algún piso este comprendido entre 0.08 y 0.30 se debe encontrar un factor de corrección  $f_{P-\Delta}$  y todas las fuerzas laterales deberán multiplicarse por dicho valor.

$$f_{P-\Delta} = \frac{1}{1 - \theta_k} \quad (2.28)$$

En la Tabla 2.5 se indican los índices de estabilidad de piso  $\theta_k$  obtenidos para el ejercicio resuelto se observa que ningún valor supera 0.08.

**Tabla 2.5** Descripción del cálculo del efecto  $P - \Delta$ .

Piso	$\delta_k$	$PT_k$	$V_k$	$\theta_k$
1	0.0053	17.60	2.00	0.046
2	0.0069	8.80	1.42	0.043

### CAPITULO III

#### CORTANTE BASAL MÍNIMO

## **RESUMEN**

En el presente capítulo, se describen los procedimientos de análisis estipulados por el CEC-2000 para el cálculo del cortante basal mínimo de las estructuras, para lo que se utiliza una estructura de 5 pisos ubicada en suelo perfil S1.

Además, se analiza la influencia del período fundamental de las estructuras en el cálculo de uno de los factores que intervienen en la determinación del cortante basal mínimo.

Finalmente se describen las estructuras de 1 a 6 pisos con las que se realizó el análisis y los resultados obtenidos para los períodos fundamentales de vibración.

### 3.5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Cortante basal se entiende por la fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción.

EL Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000, estipula que el cortante basal total de diseño V, se determina mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi_p\phi_e}W \quad (3.1)$$

Siendo C:

$$C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.2)$$

En donde:

- C No debe exceder del valor de Cm establecido en la Tabla 3.1, no debe ser menor a 0.5 y puede utilizarse para cualquier estructura.
- S Corresponde al coeficiente de suelo que se indica en la Tabla 3.1
- T Período fundamental de vibración
- Z Aceleración de la zona sísmica
- R Factor de reducción de respuesta estructural, ver Tabla 3.2
- $\phi_p, \phi_e$  Factores de configuración estructural en planta y en elevación.
- I Factor de importancia que se describe en la Tabla 3.3
- W Peso reactivo de la estructura utilizando solo carga muerta.

**Tabla 3.1** Coeficiente de suelo S y Coeficiente Cm

Perfil tipo	Descripción	S	Cm
S1	Roca o suelo firme	1.0	2.5
S2	Suelos intermedios	1.2	3.0
S3	Suelos blandos y estrato profundo	1.5	2.8
S4	Condiciones especiales de suelo	2.0	2.5

**Tabla 3.2** Coeficientes de reducción de respuesta estructural R

<b>Sistema estructural</b>	<b>R</b>
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	12
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras.	9
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera.	7
Estructuras de mampostería reforzada o confinada.	5
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada o confinada.	3

\*Cuando se utilizan diagonales, se deben verificar que los elementos en tensión cedan antes que los elementos en compresión

**Tabla 3.3** Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de uso, destino e importancia</b>	<b>Factor I</b>
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centro de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificaciones y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1.0

Para el análisis se han considerado estructuras básicas con un factor de importancia igual a uno, siendo  $I=1$ , la zona sísmica en la que se encuentran estas estructuras responde a una aceleración de  $0.4g$ , por lo que el factor  $Z=0.4$ , el análisis se realizó para los cuatro perfiles de suelo indicados en la Tabla 3.1, por lo que el factor C depende de éstos y se utilizó un factor de reducción de fuerzas sísmicas  $R=10$ , ya que no se tienen irregularidades en planta ni elevación.

A continuación se describen los factores de configuración estructural en planta y en elevación  $\phi_p$  y  $\phi_e$ .

El coeficiente de configuración estructural en planta  $\phi_p$  se estimará a partir del análisis de las características descritas en la Tabla 3.3. Se utilizará la expresión:

$$\phi_P = \phi_{PA} * \phi_{PB} \quad (3.3)$$

En donde:

$\phi_{PA}$  El mínimo valor  $\phi_{Pi}$  de cada piso  $i$  de la estructura, obtenido de la Tabla 3.4, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1, 2 y/o 3.

$\phi_{PB}$  Se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 4 y/o 5 en la estructura.

**Tabla 3.4** Coeficientes de configuración en planta

Tipo	Descripción de las irregularidades en planta	$\phi$
1	<i>Irregularidad Torsional</i> Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia.	0.9
2	<i>Entrantes excesivos en las esquinas</i> La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados de la entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.	0.9
3	<i>Discontinuidad en el sistema de piso</i> La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total de piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.	0.9
4	<i>Desplazamiento del plano de acción de elementos verticales</i> Una estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.	0.8
5	<i>Ejes estructurales no paralelos</i> La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	0.9
6	<i>Sistemas de piso flexible</i> Cuando la relación de aspecto en planta de la edificación es mayor que 4:1 o cuando el sistema de piso no sea rígido en su propio plano se debe revisar la condición de piso flexible en el modelo estructural	

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritas en la Tabla 3.4, en ninguno de sus pisos se tomará el valor de 1.

El coeficiente de configuración estructural en elevación  $\phi_e$  se estimará a partir del análisis de las características descritas en la Tabla 3.4. Se utilizará la expresión:

$$\phi_E = \phi_{EA} * \phi_{EB} * \phi_{EC} \quad (3.4)$$

En donde:

$\phi_{EA}$  El mínimo valor  $\phi_{Ei}$  de cada piso  $i$  de la estructura, obtenido de la Tabla 3.5, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1 y/o 5.

$\phi_{EB}$  Se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 2 y/o 3 en la estructura.

$\phi_{EC}$  Se establece para cuando se encuentre presente la irregularidad tipo 4 en la estructura.

**Tabla 3.5** Coeficientes de configuración en elevación

Tipo	Descripción de las irregularidades en elevación	$\phi$
1	<i>Piso blando (irregularidad en rigidez)</i> La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80% del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	0.9
2	<i>Irregularidad en la distribución de las masas</i> La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción de piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	0.9
3	<i>Irregularidad geométrica</i> La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.	0.9
4	<i>Desalineamiento de ejes verticales.</i> La estructura se considera irregular cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento. Se exceptúa la aplicabilidad de este requisito cuando los elementos desplazados solo sostienen la cubierta de la edificación sin otras cargas adicionales de tanques o equipos.	0.8
5	<i>Piso débil – Discontinuidad en la resistencia</i> La estructura se considera irregular cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose como resistencia del piso todos los elementos que comparten el cortante de piso para la dirección considerada).	0.8
6	<i>Columnas cortas</i> Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.	

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritas en la Tabla 3.5, en ninguno de sus pisos se tomará el valor de 1.

### 3.5.1 INFLUENCIA DEL PERÍODO (T) EN EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE “C”

Como ya se indicó la expresión que define al coeficiente C es la siguiente:

$$C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.5)$$

En la ecuación se puede observar que el período es inversamente proporcional a dicho coeficiente, por lo que su cálculo influye directamente en el valor de éste.

### 3.6 PERÍODOS DE CÁLCULO

El Código Ecuatoriano de la Construcción estipula dos métodos de cálculo del período fundamental de vibración.

#### 3.6.1 METODO 1

Este método proporciona un valor referencial simplificado del período fundamental de vibración que es útil cuando se aplica el método de cálculo sísmico estático.

La ecuación que determina de manera aproximada el valor de T tiene la forma:

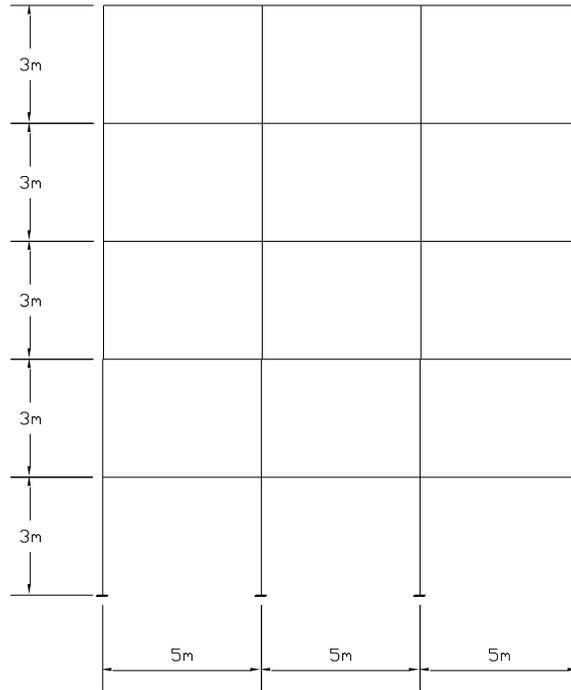
$$T = C_t (h_n)^{3/4} \quad (3.6)$$

En donde:

$h_n$	Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura
$C_t$	0.09 para pórticos de acero
$C_t$	0.08 para pórticos espaciales de hormigón armado
$C_t$	0.06 para pórticos espaciales de hormigón armado con muros estructurales o con diagonales y para otras estructuras.

Para el análisis se consideró un valor de  $C_t=0.0731$  que es el estipulado en el UBC-95.

Se presenta el cálculo del cortante basal para una estructura de 5 pisos que se indica en la Figura 3.1, incluida en el análisis, cuyas dimensiones y cargas son las que se indican en la Tabla 3.6:



**Figura 3.1** Configuración de una estructura de 5 pisos

**Tabla 3.6** Dimensiones y cargas de la estructura

ITEM	5 Pisos					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
Dimensiones	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)
	60/60	40/50	55/55	40/30	50/50	40/30
Cargas	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva
	650	200	600	200	550	200

El análisis se realizará en un suelo perfil S1, por lo que se tiene  $S=1$  y  $C_m=2.5$ , por otro lado la estructura es regular en planta y en elevación por lo que los coeficientes  $\phi_p$  y  $\phi_e$  son iguales a uno (1) y el factor de reducción de fuerzas sísmicas considerado será  $R=10$ .

Como se trata de pórticos planos de hormigón se utilizará el coeficiente  $C_t$  estipulado en el UBC-95 que corresponde a  $C_t=0.0731$ .

De donde reemplazando en la ecuación (3.6), se tiene:

$$T = 0.0731 * (15)^{3/4}$$

$$T = 0.5572 \text{ s.}$$

Con el período fundamental obtenido reemplazamos en la ecuación (3.5) y obtenemos:

$$C = \frac{1.25 * 1^1}{0.5572}$$

$$C = 2.2435$$

Como el valor obtenido de C es menor que el valor de Cm se procede a calcular el cortante basal con el valor de C, si se tiene un peso reactivo total de la estructura  $W_r=114.375$  y reemplazando en la ecuación (3.1), se obtiene:

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.2435}{10 * 1 * 1} * 114.375$$

$$V = 10.26T$$

### 3.6.2 METODO 2

Este método requiere utilizar una distribución aproximada de fuerzas laterales y el cálculo de las deflexiones elásticas estáticas resultantes de esta distribución de fuerzas en la estructura, por lo tanto constituye una mejor estimación.

El período fundamental T puede ser calculado utilizando las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes, en un análisis apropiado y adecuadamente sustentado. Este requisito puede ser cumplido mediante la utilización de la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}} \quad (3.7)$$

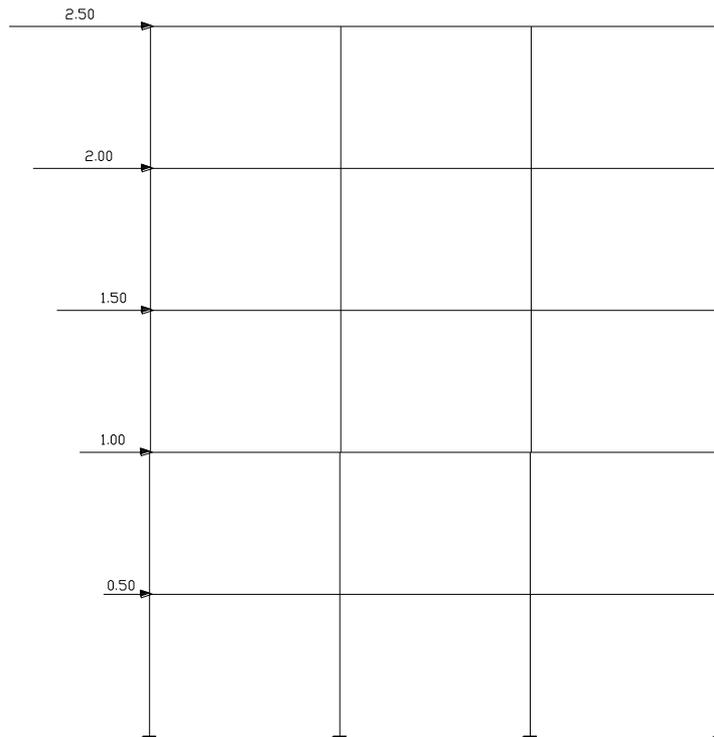
En donde:

- $W_i$     Peso reactivo de piso, calculado solo con carga muerta.
- $f_i$     Representa cualquier distribución aproximada de las fuerzas laterales o cualquier otra distribución racional.
- $\delta_i$     Deflexión elástica de piso i, calculada utilizando las fuerzas laterales  $f_i$ .

El valor de T calculado según el método 2, no debe ser mayor de un 30% al valor de T calculado con el Método 1.

De igual manera se utiliza la estructura de 5 pisos descrita anteriormente para definir el período de la misma con este método.

La estimación de las fuerzas laterales de piso  $f_i$  se realizará de forma arbitraria desde 0.5T en el primer piso y ascendente con intervalos de 0.5T por piso teniendo en el último piso ( $5^{to}$ ) una fuerza de 2.5T como se indica en la Figura 3.2.



**Figura 3.2** Distribución de fuerzas laterales de piso.

Con estas fuerzas procedemos a calcular los desplazamientos  $\delta_i$  para cada piso, cuyos valores son los que se indican en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7** Fuerzas y Desplazamientos

Piso	Fuerza	Desplazamiento
1	0.50	0.0009
2	1.00	0.0029
3	1.50	0.0059
4	2.00	0.0094
5	2.50	0.0126

En la Tabla 3.8 se indica un procedimiento de cálculo para determinar el período con este método.

**Tabla 3.8** Procedimiento de calculo del período

Piso	$f_i$	$\delta_i$	$W_i$	$W_i * \delta_i^2$	$f_i * \delta_i$
1	0.50	0.0009	24.3753	0.00002	0.00045
2	1.00	0.0029	24.3753	0.00020	0.00290
3	1.50	0.0059	22.4996	0.00078	0.00885
4	2.00	0.0094	22.4996	0.00199	0.01880
5	2.50	0.0126	20.6248	0.00327	0.03150
			$\Sigma$	0.00627	0.06250

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0.00627}{9.8 * 0.0625}}$$

$$T = 0.6357$$

Con el período fundamental obtenido reemplazamos en la ecuación (3.5) y obtenemos:

$$C = \frac{1.25 * 1^4}{0.6357}$$

$$C = 1.966$$

Como el valor obtenido de C es menor que el valor de Cm se procede a calcular el cortante basal con el valor de C, si se tiene un peso reactivo total de la estructura  $W_r=114.375$  y reemplazando en la ecuación (3.1), se obtiene:

$$V = \frac{0.4 * 1 * 1.966}{10 * 1 * 1} * 114.375$$

$$V = 8.994 \text{ T}$$

Otra forma de calcular las fuerzas laterales de cada piso es partiendo del primer método, es decir con el cortante basal obtenido y utilizando la ecuación que se describe:

$$F_i = \frac{(V - F_t)w_i h_i}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \quad (3.8)$$

$$F_t = 0.07 * T * V \quad (3.9)$$

En donde:

- $F_t$  La fuerza concentrada que se aplicará en la parte más alta de la estructura, esta fuerza existe solo si  $T > 0.7$ seg caso contrario su valor es nulo ( $F_t = 0$ ).
- $F_i$  Fuerza que debe aplicarse en cada nivel de acuerdo a su distribución de masas
- $W_i$  Peso asignado a cada nivel de la estructura.
- $h_i$  Altura de piso
- $n$  Número de pisos de la estructura
- $T$  Período utilizado para el cálculo del cortante basal total  $V$ .

Obteniéndose así:

**Tabla 3.9** Procedimiento de cálculo de las fuerzas laterales

PISOS	Vo Diseño	Ft	Wi	hi	Fi	Fuerzas Finales
1	10.264	0.5204	24.3753	3.000	0.712	0.712
2			24.3753	6.000	1.423	1.423
3			22.4996	9.000	1.971	1.971
4			22.4996	12.000	2.627	2.627
5			20.6248	15.000	3.011	3.531

Reemplazando valores en las ecuación (3.7), se tiene:

**Tabla 3.10** Procedimiento de cálculo del período

Piso	F	D	Wi	Wi*d2	f*d
1	0.71	0.0013	24.3753	0.00004	0.00093
2	1.42	0.0039	24.3753	0.00037	0.00555
3	1.97	0.008	22.4996	0.00144	0.01577
4	2.63	0.0129	22.4996	0.00374	0.03389
5	3.53	0.0173	20.6248	0.00617	0.06109
			Σ	0.01177	0.11722

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0.01177}{9.8 * 0.11722}}$$

$$T = 0.6359$$

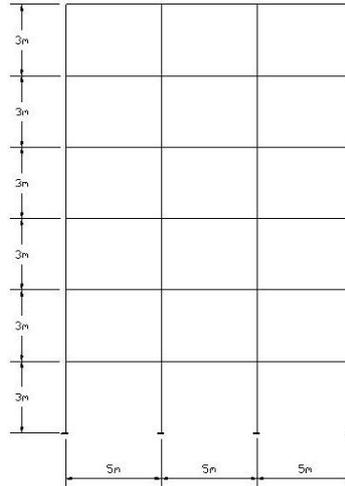
Como se puede observar los resultados obtenidos a partir de fuerzas arbitrarias y a partir de fuerzas obtenidas a través del primer método, son los mismos, por lo que no es necesario realizar todo el cálculo de las fuerzas por el método 1.

### 3.7 DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ANÁLISIS

Como ya se indicó en el Capítulo 1 de esta Tesis, se analizaron estructuras de uno (1) a seis (6) pisos, para una zona sísmica de 0.4g, las cuales se las clasifíco en cuatro configuraciones que son:

#### Regulares

Estas estructuras son regulares en planta y en elevación, con entrepisos de 3m y luces de 5m como se indica en la Figura 3.3.



**Figura 3.3** Configuración de las estructura denominadas regulares

Las dimensiones y cargas que actúan sobre la misma se indican en las Tablas 3.11 y 3.12

**Tabla 3.11** Dimensiones de las estructuras regulares

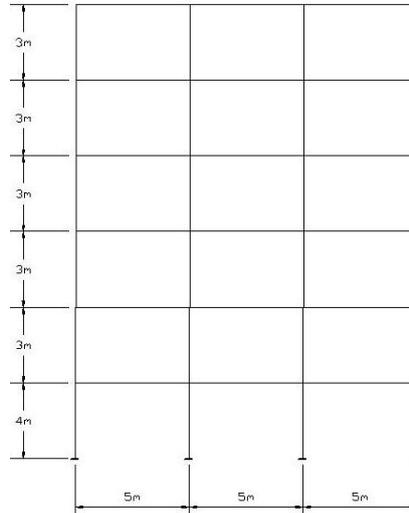
Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)
1 Piso	30/30	40/20				
2 Pisos	40/40	40/20				
3 Pisos	50/50	40/30	45/45	40/30		
4 Pisos	55/55	40/40	50/50	40/30		
5 Pisos	60/60	40/50	55/55	40/30	50/50	40/30
6 Pisos	65/65	50/60	60/60	40/50	55/55	40/30

**Tabla 3.12** Cargas de las estructuras regulares

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva
1 Piso	450	200				
2 Pisos	500	200				
3 Pisos	550	200	500	200		
4 Pisos	600	200	500	200		
5 Pisos	650	200	600	200	550	200
6 Pisos	700	200	600	200	550	200

## Mezanine

La variación que se incorpora en estas estructuras es el incremento de 1m en el entrepiso del primer piso como se indica en la Figura 3.4, por lo que se las denomina asimétricas.



**Figura 3.4** Configuración de la estructura denominada mezanine

Las dimensiones y cargas que actúan sobre la misma se indican en las Tablas 3.13 y 3.14

**Tabla 3.13** Dimensiones de las estructuras con mezanine

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)
1 Piso	30/30	40/20				
2 Pisos	40/40	40/20				
3 Pisos	50/50	40/30	45/45	40/30		
4 Pisos	55/55	40/40	50/50	40/30		
5 Pisos	60/60	40/50	55/55	40/30	50/50	40/30
6 Pisos	65/65	50/60	60/60	40/50	55/55	40/30

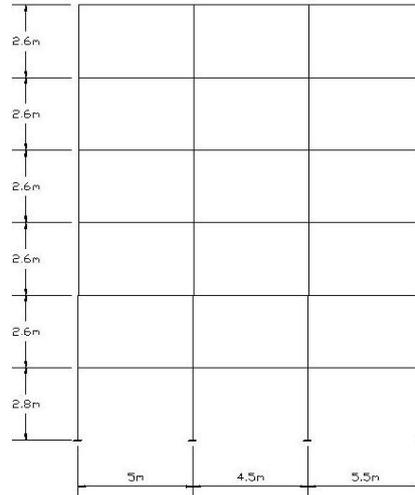
**Tabla 3.14** Cargas de las estructuras con mezanine

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva
1 Piso	450	200				
2 Pisos	500	200				
3 Pisos	550	200	500	200		
4 Pisos	600	200	500	200		
5 Pisos	650	200	600	200	550	200
6 Pisos	700	200	600	200	550	200



## Asimétrica

A estas estructuras en el estudio se las ha denominado asimétricas para diferenciarlas de las regulares, por que presentan luces y entrepisos con distintos valores como se indica en la Figura 3.5, esto quiere decir que siguen siendo regulares en su configuración en elevación y en planta. Las dimensiones y cargas que actúan sobre la misma se indican en las Tablas 3.15 y 3.16



**Figura 3.5** Configuración de las estructura denominadas asimétricas

**Tabla 3.15** Dimensiones de las estructuras asimétricas

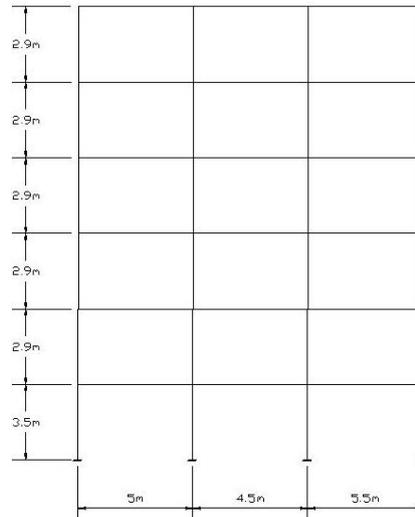
Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres		Cuatro	
	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)
1 Piso	25/25	20/30				
2 Pisos	25/25	20/30				
3 Pisos	30/30	25/35	25/25	20/30		
4 Pisos	35/35	30/35	30/30	25/35	25/25	20/30
5 Pisos	40/40	30/40	35/35	25/35	35/35	25/35
6 Pisos	60/60	40/50	55/55	35/45	55/55	35/45
Estructura	Cinco		Seis			
	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)		
5 Pisos	30/30	20/30				
6 Pisos	55/55	30/40	45/45	30/40		
	45/45	En el interior del pórtico				

**Tabla 3.16** Cargas de las estructuras asimétricas

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva
1 Piso	400	200				
2 Pisos	500/400	200				
3 Pisos	500	200	400	200		
4 Pisos	550	200	500/400	200		
5 Pisos	600/-	200	550/550	200	400	200
6 Pisos	700	200	600/600	200	/400	200

## Asim + Meza

Se las denomina así para diferenciarlas del resto, por que se incrementa la altura de entre piso como se indica en la Figura 3.6, pero se mantienen las luces.



**Figura 3.6** Configuración de las estructura denominadas asim+meza

Las dimensiones y cargas que actúan sobre la misma se indican en las Tablas 3.17 y 3.18

**Tabla 3.17** Dimensiones de las estructuras asim+meza

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres		Cuatro	
	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)	Columnas (cm.)	Vigas (cm.)
1 Piso	25/25	20/30				
2 Pisos	30/30	20/30				
3 Pisos	30/30	25/35	25/25	20/30		
4 Pisos	40/40	30/35	35/35	25/35	30/30	20/30
5 Pisos	40/40	30/40	35/35	25/35	35/35	25/35
6 Pisos	60/60	40/50	55/55	35/45	55/55	35/45
	Cinco		Seis			
	30/30	20/30				
	55/55	30/40	45/45	30/40		
	45/45	En el interior del pórtico				

**Tabla 3.18** Cargas de las estructuras asim+meza

Estructura	Piso					
	Uno y Dos		Tres y Cuatro		Cinco y Seis	
	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Muerta	Carga Viva
1 Piso	400	200				
2 Pisos	500/400	200				
3 Pisos	500	200	400	200		
4 Pisos	550	200	500/400	200		
5 Pisos	600/-	200	550/550	200	400	200
6 Pisos	700	200	600/600	200	_/400	200

### 3.8 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE PERÍODOS DE VIBRACIÓN

Se ha realizado el cálculo de los períodos de vibración para tres casos, el primero es utilizando el método de superposición modal y tomando en cuenta elementos con inercias gruesas, el segundo utiliza el mismo método pero toma en cuenta elementos con inercias agrietadas y el tercero se lo ha realizado utilizando el método que estipula el código UBC-95.

En la Tabla 3.19 se indican los resultados obtenidos para estos tres casos de análisis para las distintas configuraciones de las estructuras de 1 a 6 pisos.

**Tabla 3.19** Períodos fundamentales de vibración

<b>Un Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.24200	0.29077	0.16663
<b>Mezanine</b>	0.35491	0.42690	0.20676
<b>Asimétrica</b>	0.26196	0.31041	0.15823
<b>Asim + Meza</b>	0.35600	0.42001	0.18705
	<b>0.30372</b>	<b>0.36202</b>	<b>0.17967</b>
<b>Dos Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.39569	0.49014	0.28024
<b>Mezanine</b>	0.49016	0.60907	0.31459
<b>Asimétrica</b>	0.48256	0.59170	0.25895
<b>Asim + Meza</b>	0.49578	0.61444	0.29414
	<b>0.46605</b>	<b>0.57634</b>	<b>0.28698</b>
<b>Tres Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.38497	0.49073	0.37984
<b>Mezanine</b>	0.44645	0.56804	0.41107
<b>Asimétrica</b>	0.52345	0.65461	0.34772
<b>Asim + Meza</b>	0.64637	0.80071	0.38930
	<b>0.50031</b>	<b>0.62852</b>	<b>0.38198</b>
<b>Cuatro Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.42041	0.54997	0.47131
<b>Mezanine</b>	0.46385	0.60432	0.50047
<b>Asimétrica</b>	0.59972	0.76410	0.42943
<b>Asim + Meza</b>	0.63469	0.81655	0.47719
	<b>0.52967</b>	<b>0.68374</b>	<b>0.46960</b>
<b>Cinco Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.50874	0.67006	0.55717
<b>Mezanine</b>	0.53849	0.70782	0.58480
<b>Asimétrica</b>	0.64543	0.83732	0.50623
<b>Asim + Meza</b>	0.75988	0.98013	0.55995

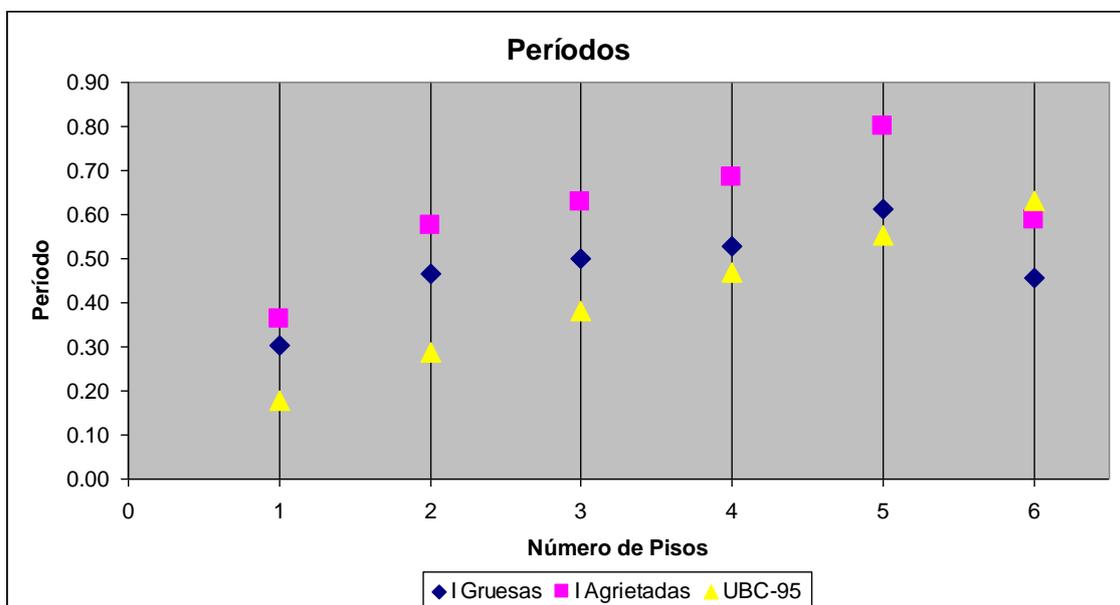
	<b>0.61313</b>	<b>0.79883</b>	<b>0.55204</b>
<b>Seis Piso</b>			
<b>Regulares</b>	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Mezanine</b>	0.44249	0.58388	0.63881
<b>Asimétrica</b>	0.46591	0.61100	0.66525
<b>Asim + Meza</b>	0.42522	0.53044	0.57931
	0.49707	0.62231	0.63881
	<b>0.45767</b>	<b>0.58691</b>	<b>0.63054</b>

En la Tabla 3.20 se presentan los promedios de los períodos fundamentales de vibración obtenidos para estructuras de 1 a 6 pisos

**Tabla 3.20** Medias de los períodos fundamentales de vibración

<b>N Pisos</b>	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	0.30372	0.36202	0.17967
<b>2</b>	0.46605	0.57634	0.28698
<b>3</b>	0.50031	0.62852	0.38198
<b>4</b>	0.52967	0.68374	0.46960
<b>5</b>	0.61313	0.79883	0.55204
<b>6</b>	0.45767	0.58691	0.63054

Para una mejor ilustración de los resultados la Figura 3.7 presenta de una manera gráfica dichos resultados.



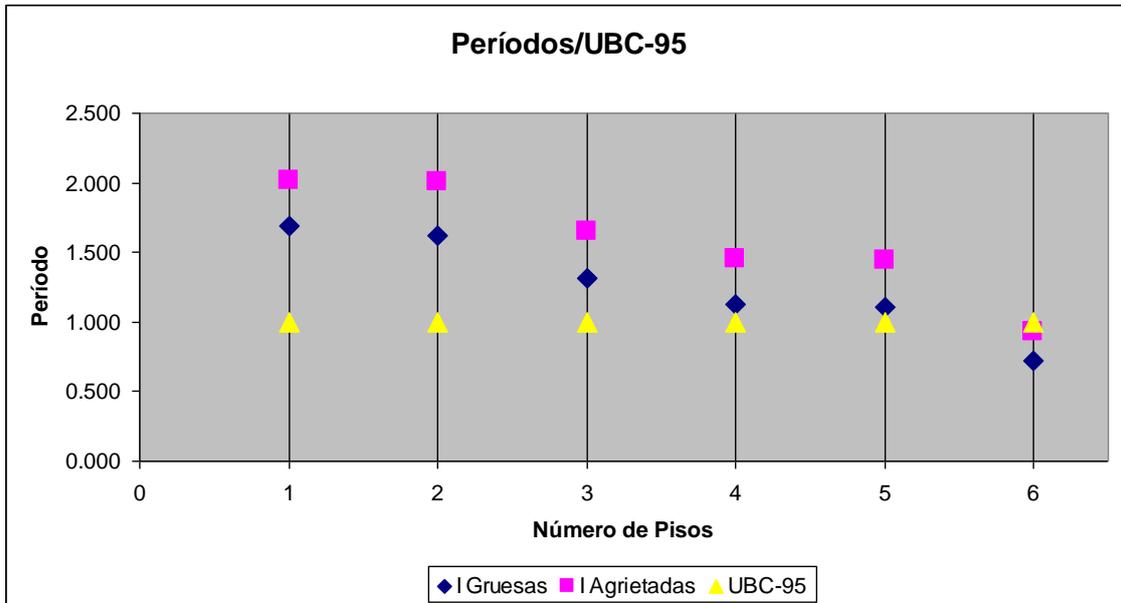
**Figura 3.7** Períodos fundamentales de vibración

En la Tabla 3.21 se realiza una comparación respecto al valor que determina el método aproximado del código, donde se puede observar que existe una relación muy alta por lo que se va a incrementar un 30% a dicho período.

**Tabla 3.21** Períodos/UBC-95

N Pisos	Gruesas	Agrietadas	Código
1	1.69043	2.01494	1.00000
2	1.62398	2.00830	1.00000
3	1.30977	1.64541	1.00000
4	1.12792	1.45600	1.00000
5	1.11068	1.44706	1.00000
6	0.72584	0.93079	1.00000

Para una mejor ilustración de los resultados la Figura 3.8 presenta de una manera gráfica dichos resultados.



**Figura 3.8** Períodos vs. UBC-95

Como se indicó el valor obtenido con el método aproximado del código puede ser incrementado hasta en un 30% para obtener un período de vibración más conservador y que se aproxime de mejor manera a la respuesta sísmica por lo que la Tabla 3.22 indica dichos valores.

Tabla 3.22 Períodos fundamentales de vibración

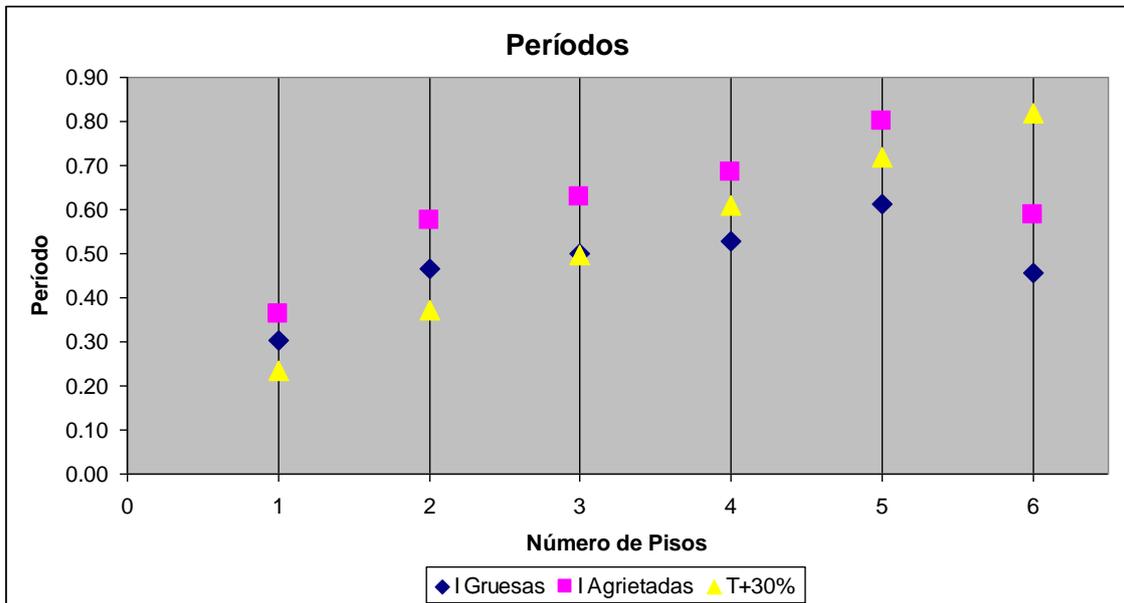
<b>Un Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código+30%</b>
<b>Regulares</b>	0.24200	0.29077	0.21662
<b>Mezanine</b>	0.35491	0.42690	0.26879
<b>Asimétrica</b>	0.26196	0.31041	0.20570
<b>Asim + Meza</b>	0.35600	0.42001	0.24317
	<b>0.30372</b>	<b>0.36202</b>	<b>0.23357</b>
<b>Dos Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.39569	0.49014	0.36431
<b>Mezanine</b>	0.49016	0.60907	0.40896
<b>Asimétrica</b>	0.48256	0.59170	0.33663
<b>Asim + Meza</b>	0.49578	0.61444	0.38238
	<b>0.46605</b>	<b>0.57634</b>	<b>0.37307</b>
<b>Tres Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.38497	0.49073	0.49379
<b>Mezanine</b>	0.44645	0.56804	0.53439
<b>Asimétrica</b>	0.52345	0.65461	0.45204
<b>Asim + Meza</b>	0.64637	0.80071	0.50608
	<b>0.50031</b>	<b>0.62852</b>	<b>0.49658</b>
<b>Cuatro Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.42041	0.54997	0.61270
<b>Mezanine</b>	0.46385	0.60432	0.65061
<b>Asimétrica</b>	0.59972	0.76410	0.55826
<b>Asim + Meza</b>	0.63469	0.81655	0.62034
	<b>0.52967</b>	<b>0.68374</b>	<b>0.61048</b>
<b>Cinco Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.50874	0.67006	0.72432
<b>Mezanine</b>	0.53849	0.70782	0.76024
<b>Asimétrica</b>	0.64543	0.83732	0.65810
<b>Asim + Meza</b>	0.75988	0.98013	0.72794
	<b>0.61313</b>	<b>0.79883</b>	<b>0.71765</b>
<b>Seis Piso</b>			
	<b>Gruesas</b>	<b>Agrietadas</b>	<b>Código</b>
<b>Regulares</b>	0.44249	0.58388	0.83045
<b>Mezanine</b>	0.46591	0.61100	0.86482
<b>Asimétrica</b>	0.42522	0.53044	0.75310
<b>Asim + Meza</b>	0.49707	0.62231	0.83045
	<b>0.45767</b>	<b>0.58691</b>	<b>0.81971</b>

En la Tabla 3.23 se presentan los promedios de los períodos fundamentales de vibración obtenidos para estructuras de 1 a 6 pisos, con el incremento realizado en el método del código.

**Tabla 3.23** Medias de los períodos fundamentales de vibración

N Pisos	Gruesas	Agrietadas	Código+30%
1	0.30372	0.36202	0.23357
2	0.46605	0.57634	0.37307
3	0.50031	0.62852	0.49658
4	0.52967	0.68374	0.61048
5	0.61313	0.79883	0.71765
6	0.45767	0.58691	0.81971

Para una mejor ilustración de los resultados la Figura 3.9 presenta de una manera gráfica dichos resultados.



**Figura 3.9** Períodos fundamentales de vibración

Como se puede observar el incremento realizado al valor obtenido con el método aproximado del código es más cercano a la respuesta sísmica de las estructuras analizadas, por lo que se recomienda realizar este incremento para obtener valores más acertados y evitar problemas en el diseño sísmico de las mismas.

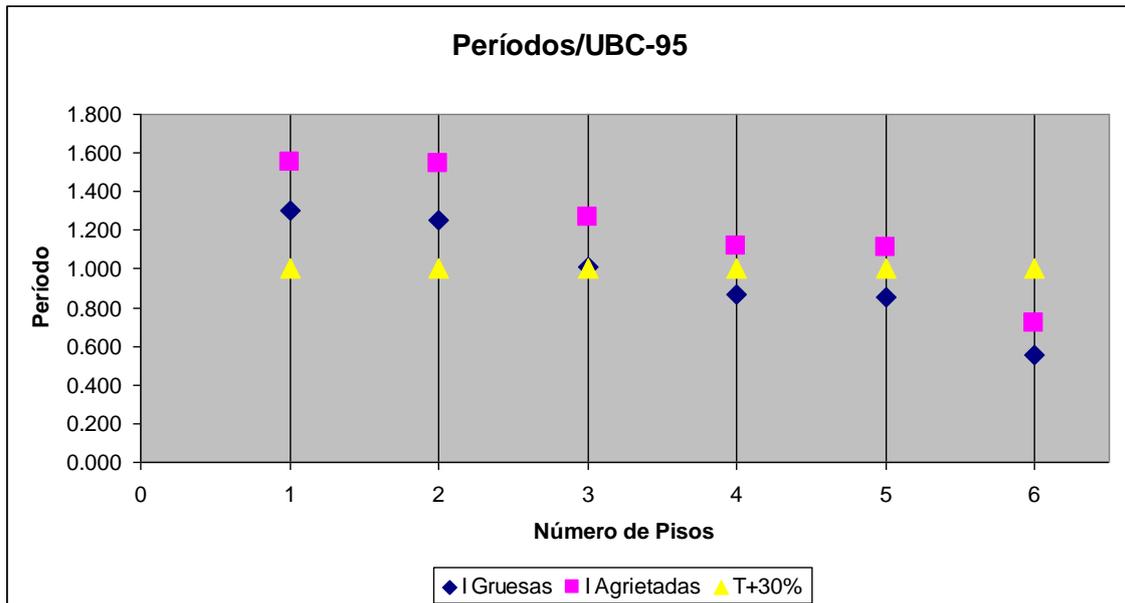
En la Tabla 3.24 se realiza una comparación con el valor que determina el método aproximado del código incrementado en un 30%.

**Tabla 3.24** Períodos/T+30%

N Pisos	Gruesas	Agrietadas	T+30%
1	1.30033	1.54996	1.00000
2	1.24921	1.54485	1.00000
3	1.00752	1.26570	1.00000
4	0.86763	1.12000	1.00000
5	0.85437	1.11313	1.00000

<b>6</b>	0.55834	0.71599	1.00000
----------	---------	---------	---------

Para una mejor ilustración de los resultados la Figura 3.10 presenta de una manera gráfica dichos resultados.



**Figura 3.10** Períodos vs. T+30%

Pese a dicho incremento, los períodos obtenidos en las estructuras, todavía siguen siendo superiores a los estipulados por el código, por lo que se concluye que se debe realizar una revisión a la fórmula aproximada que indica el mismo, ya que estos son muy bajos y por lo tanto las fuerzas obtenidas a partir de estos también lo serán.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS

## **RESUMEN**

En el presente capítulo, se realiza el análisis de la variación de los desplazamientos en las estructuras de 1 a 6 pisos calculados con los diferentes criterios.

Además, se explica con una estructura de 6 pisos el procedimiento que se realiza para llegar a la comparación final de dichos desplazamientos, previamente clasificados por tipo de suelo y posteriormente por número de pisos de las estructuras.

## 4.8 INTRODUCCIÓN

Para realizar el análisis de los desplazamientos, se parte de las estructuras analizadas anteriormente, pero ahora se las clasifica por el tipo de suelo, es decir vamos a tener resultados para suelo S1, S2, S3 y S4 con los cuales podemos determinar el método que de mejor manera se acerca a la respuesta sísmica.

Cabe indicar que el método lineal encuentra la máxima respuesta en el tiempo a través de la utilización de un acelerograma, mientras que el análisis modal espectral se utiliza los criterios de combinación modal antes expuestos y el método estático se ha realizado mediante lo estipulado en el CEC-2000.

## 4.9 RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE 6 PISOS EN SUELO S1

Se presenta con detenimiento los resultados obtenidos para las estructuras de 6 pisos denominadas regulares para el perfil de suelo S1, para identificar el procedimiento que se siguió con las demás estructuras hasta la comparación final.

### 4.9.1 METODO LINEAL

Como se indicó inicialmente se obtuvieron siete acelerogramas de distinta duración que representan al espectro de diseño que estipula el CEC-2000, por lo que para cada tipo de suelo se van a tener 7 desplazamientos distintos para cada estructura como se indica en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Desplazamientos para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – método Lineal

SISMO	PISOS	DESPLAZAMIENTOS m
1s1	1	0.002131
	2	0.007512
	3	0.013956
	4	0.022576
	5	0.034794
	6	0.048066
2s1	1	0.002373
	2	0.006373
	3	0.011477
	4	0.022195
	5	0.034775
	6	0.048564
3s1	1	0.002858
	2	0.007714
	3	0.013988
	4	0.025044
	5	0.038665
	6	0.053398

4s1	1	0.003088
	2	0.00854
	3	0.016231
	4	0.025763
	5	0.038512
	6	0.051904
5s1	1	0.003096
	2	0.008568
	3	0.01624
	4	0.025622
	5	0.038311
	6	0.051366
6s1	1	0.003133
	2	0.00867
	3	0.016439
	4	0.025747
	5	0.038386
	6	0.051172
7s1	1	0.003025
	2	0.008358
	3	0.016048
	4	0.025398
	5	0.037767
	6	0.050439

Para realizar una comparación con el resto de criterios utilizados en el análisis se calcularon los desplazamientos máximos obtenidos con cada acelerograma y se determinaron los desplazamientos promedios para cada piso como se indican en la Tabla 4.2

**Tabla 4.2** Desplazamientos para Estructuras Regulares de 6 pisos en suelo S1 - Media

SISMO	PISOS	DESPLAZAMIENTOS m	Prom Desp
1s1	1	0.002131	Piso 1
	2	0.007512	0.003
	3	0.013956	
	4	0.022576	
	5	0.034794	
	6	0.048066	
2s1	1	0.002373	Piso 2
	2	0.006373	0.008
	3	0.011477	
	4	0.022195	
	5	0.034775	
	6	0.048564	
3s1	1	0.002858	
	2	0.007714	

	3	0.013988	Piso 3
	4	0.025044	0.015
	5	0.038665	
	6	0.053398	
4s1	1	0.003088	
	2	0.00854	0.025
	3	0.016231	
	4	0.025763	
	5	0.038512	
5s1	6	0.051904	Piso 5
	1	0.003096	0.037
	2	0.008568	
	3	0.01624	
	4	0.025622	
6s1	5	0.038311	Piso 6
	6	0.051366	0.051
	1	0.003133	
	2	0.00867	
	3	0.016439	
7s1	4	0.025747	
	5	0.038386	
	6	0.051172	
	1	0.003025	
	2	0.008358	
	3	0.016048	
	4	0.025398	
	5	0.037767	
	6	0.050439	

Para entender de una mejor manera la Figura 4.1 indica los siete desplazamientos obtenidos para los acelerogramas en suelo perfil S1y el promedio de los mismos para el caso de una estructura de seis pisos clasificada como regular.

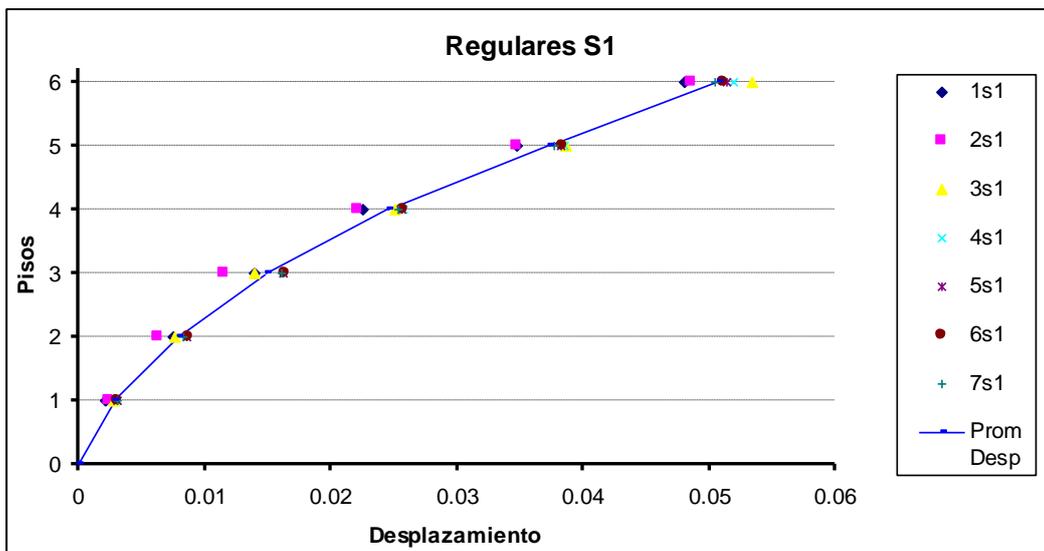


Figura 4.1 Desplazamientos para estructuras de seis pisos regulares

De igual manera se procedió para el resto de estructuras cuyos promedios de desplazamientos son los que se detallan en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal

Caso	No Pisos	Lineal
Regular	1	0.00281
	2	0.00796
	3	0.01491
	4	0.02462
	5	0.03732
	6	0.05070
Mezanine	1	0.00575
	2	0.01162
	3	0.01914
	4	0.02769
	5	0.03879
	6	0.05078
Asimétrica	1	0.00529
	2	0.01387
	3	0.02368
	4	0.03094
	5	0.03345
	6	0.05513
Asim + Meza	1	0.00562
	2	0.01348
	3	0.02175
	4	0.02796
	5	0.03170
	6	0.05935

#### 4.9.2 METODO ESTÁTICO

Para obtener los desplazamientos utilizando el método estático se partió de las fuerzas de piso calculadas en el capítulo anterior y de la matriz de rigidez lateral de las estructuras.

Con estos valores se aplicó la ecuación que sigue:

$$K * p = Q \quad (4.1)$$

Donde,

$K$  Matriz de rigidez lateral de la estructura  
 $p$  Vector de desplazamientos  
 $Q$  Vector de fuerzas

Los desplazamientos obtenidos con esta expresión son en el rango elástico, por lo que para llevarlos al rango inelástico donde se pretende hacer la comparación es necesario multiplicarlos por el factor  $R_w$ , que para el análisis es  $R=10$ .

Los valores de desplazamientos obtenidos para estructuras regulares de seis pisos en suelo S1 se muestran en la Tabla 4.4.

**Tabla 4.4** Desplazamientos estáticos para estructuras regulares de 6 pisos

TIPO	PISOS	Fuerzas Finales	Desplazamientos	
			Elástico	Inelástico
Regular	1	0.741	0.001	0.006
	2	1.481	0.002	0.016
	3	1.905	0.003	0.030
	4	2.540	0.005	0.046
	5	2.910	0.007	0.066
	6	4.299	0.009	0.087

De la misma manera se realizó para el resto de estructuras cuyos valores de desplazamientos se indican en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5** Desplazamientos estáticos para estructuras de 6 pisos

TIPO	PISOS	Fuerzas Finales	Desplazamientos	
			Elástico	Inelástico
Regular	1	0.741	0.001	0.006
	2	1.481	0.002	0.016
	3	1.905	0.003	0.030
	4	2.540	0.005	0.046
	5	2.910	0.007	0.066
	6	4.299	0.009	0.087
Mezanine	1	0.896	0.001	0.011
	2	1.567	0.002	0.022
	3	1.919	0.004	0.036
	4	2.495	0.005	0.052
	5	2.815	0.007	0.071
	6	4.183	0.009	0.092
Asimétrico	1	0.869	0.001	0.009
	2	1.677	0.002	0.023
	3	2.129	0.004	0.040
	4	2.821	0.006	0.057
	5	3.513	0.007	0.074
	6	3.572	0.009	0.086
Asim+Meza	1	0.932	0.001	0.014
	2	1.705	0.003	0.032
	3	2.123	0.005	0.053
	4	2.785	0.007	0.073
	5	3.447	0.009	0.092
	6	3.587	0.011	0.106

#### 4.9.3 CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE

Para obtener los desplazamientos utilizando el criterio de valor máximo probable se utilizó el programa SISMO1 realizado en el Centro de Investigaciones Científicas de la Escuela Politécnica del Ejército por el Dr. Roberto Aguiar Falconí.

Los resultados obtenidos para la estructura denominada regular de seis pisos para suelo perfil S1 son los que se indican en la Tabla 4.6

**Tabla 4.6** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS

Caso	No Pisos	Sismo1
Regular	1	0.00561
	2	0.01516
	3	0.02814
	4	0.04350
	5	0.06330
	6	0.08454

De la misma manera se realizó para el resto de estructuras cuyos valores de desplazamientos se indican en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS

Caso	No Pisos	Sismo1
Regular	1	0.00561
	2	0.01516
	3	0.02814
	4	0.04350
	5	0.06330
	6	0.08454
Mezanine	1	0.00998
	2	0.01971
	3	0.03195
	4	0.04617
	5	0.06432
	6	0.08370
Asimétrica	1	0.00875
	2	0.02262
	3	0.03804
	4	0.04916
	5	0.05188
	6	0.08113
Asim + Meza	1	0.01233
	2	0.02798
	3	0.04480
	4	0.05672
	5	0.05912
	6	0.09165

#### 4.9.4 CRITERIO VALOR ABSOLUTO

Para utilizar este criterio de combinación modal se tuvo que modificar el programa SISMO1 al que se lo llamó ABSOL y cuyos resultados son los que se indican en la Tabla 4.8

**Tabla 4.8** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio ABS

Caso	No Pisos	Absoluto
Regular	1	0.00620
	2	0.01620
	3	0.02915
	4	0.04426
	5	0.06515
	6	0.08887

De la misma forma se obtuvieron los desplazamientos de piso en el resto de las estructuras los mismos que se indican en la Tabla 4.9

**Tabla 4.9** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS

Caso	No Pisos	Absoluto
Regular	1	0.00620
	2	0.01620
	3	0.02915
	4	0.04426
	5	0.06515
	6	0.08887
Mezanine	1	0.01125
	2	0.02171
	3	0.03441
	4	0.04925
	5	0.06951
	6	0.09239
Asimétrica	1	0.00932
	2	0.02366
	3	0.03946
	4	0.05100
	5	0.05414
	6	0.08785
Asim + Meza	1	0.01367
	2	0.03047
	3	0.04850
	4	0.06156
	5	0.06443
	6	0.10390

#### 4.9.5 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ

El criterio que define el Ing. Gómez también fue insertado en el programa SISMO1 y se lo llamó SISMO1mod, con el cual que obtuvieron los resultados que se indican en la Tabla 4.10

**Tabla 4.10** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio AGH

Caso	No Pisos	Modificado
Regular	1	0.00565
	2	0.01539
	3	0.02886
	4	0.04487
	5	0.06548
	6	0.08755

De igual forma se procedió con el resto de estructuras determinándose los desplazamientos de piso para cada configuración los que se indican en la Tabla 4.11.

**Tabla 4.11** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH

Caso	No Pisos	Modificado
Regular	1	0.00565
	2	0.01539
	3	0.02886
	4	0.04487
	5	0.06548
	6	0.08755
Mezanine	1	0.01004
	2	0.01997
	3	0.03264
	4	0.04741
	5	0.06615
	6	0.08612
Asimétrica	1	0.00877
	2	0.02272
	3	0.03823
	4	0.04939
	5	0.05216
	6	0.08174
Asim + Meza	1	0.01237
	2	0.02811
	3	0.04504
	4	0.05701
	5	0.05945
	6	0.09242

#### 4.9.6 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003

Finalmente se modificó al programa mencionado con el criterio que utiliza la norma técnica del Perú y se obtuvo los desplazamientos que se muestran en la Tabla 4.12.

**Tabla 4.12** Desplazamientos par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio Perú

Caso	No Pisos	Perú
Regular	1	0.00554
	2	0.01482
	3	0.02724
	4	0.04188
	5	0.06115
	6	0.08222

Similar al resto de criterios se procedió a obtener para el resto de las estructuras los desplazamientos de piso que se indican en la Tabla 4.13.

**Tabla 4.13** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú

Caso	No Pisos	Perú
Regular	1	0.00554
	2	0.01482
	3	0.02724
	4	0.04188
	5	0.06115
	6	0.08222
Mezanine	1	0.00991
	2	0.01943
	3	0.03128
	4	0.04507
	5	0.06304
	6	0.08258
Asimétrica	1	0.00867
	2	0.02230
	3	0.03741
	4	0.04835
	5	0.05111
	6	0.08079
Asim + Meza	1	0.01224
	2	0.02763
	3	0.04416
	4	0.05595
	5	0.05839
	6	0.09157

#### 4.10 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1

Posteriormente se procede a determinar los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para el perfil de suelos con el que se trabajó para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S1.

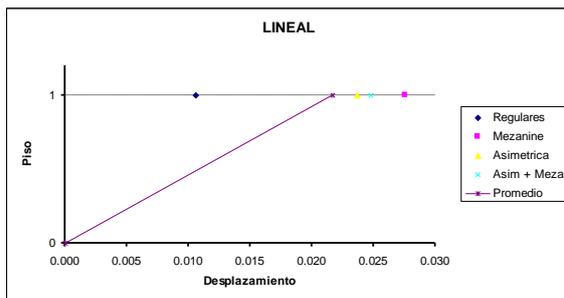
## ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 4.14 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

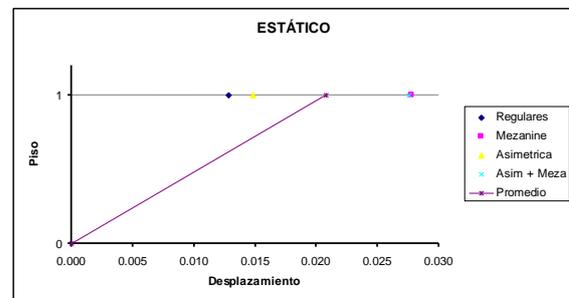
**Tabla 4.14** Desplazamientos para estructuras de un piso – S1

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					Absoluto
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	
Regulares	1	0.01060	0.01286	0.01454	0.01454	0.01454	0.01454
Mezanine	1	0.02760	0.02783	0.03126	0.03126	0.03126	0.03126
Asimétrica	1	0.02370	0.01484	0.01703	0.01703	0.01703	0.01703
Asim + Meza	1	0.02476	0.02757	0.03145	0.03145	0.03145	0.03145
Promedio	1	0.02167	0.02078	0.02357	0.02357	0.02357	0.02357

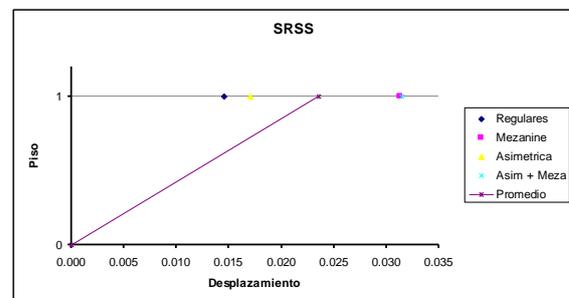
Las Figuras 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



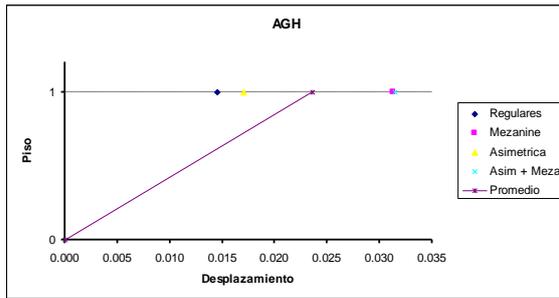
**Figura 4.2** Desplazamientos para estructuras de un piso - método Lineal



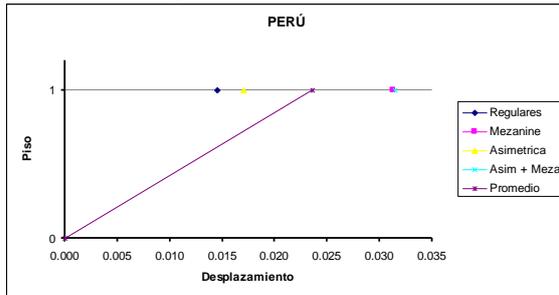
**Figura 4.3** Desplazamientos para estructuras de un piso - método Estático



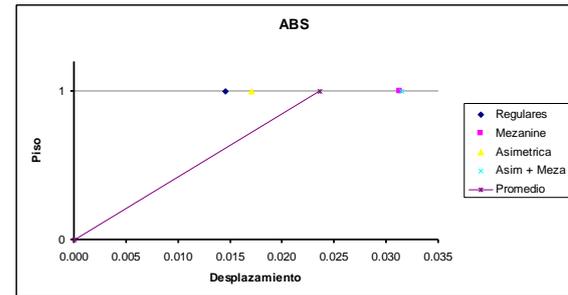
**Figura 4.4** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS



**Figura 4.5** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 4.6** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 4.7** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS

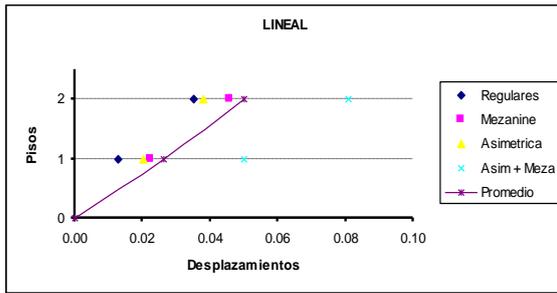
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 4.15 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

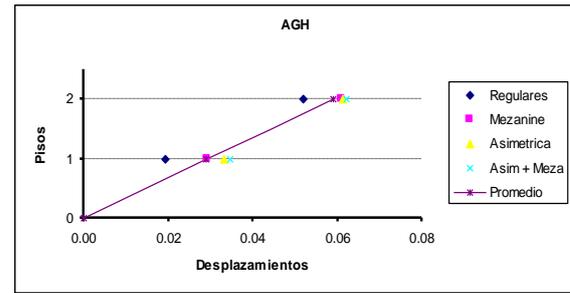
**Tabla 4.15** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S1

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01272	0.01800	0.01493	0.01921	0.01904	0.02073
	2	0.03495	0.04800	0.04099	0.05192	0.05128	0.05555
Mezanine	1	0.02251	0.03400	0.02919	0.02932	0.02978	0.03324
	2	0.04565	0.07100	0.06069	0.06107	0.06197	0.06934
Asimétrica	1	0.02006	0.03800	0.03260	0.03310	0.03366	0.03684
	2	0.03804	0.06900	0.06007	0.06128	0.06231	0.06904
Asim + Meza	1	0.04989	0.06800	0.03397	0.03453	0.03507	0.03839
	2	0.08103	0.11000	0.06076	0.06203	0.06299	0.06970
Promedio	1	0.02630	0.03950	0.02767	0.02904	0.02939	0.03230
	2	0.04992	0.07450	0.05563	0.05908	0.05964	0.06591

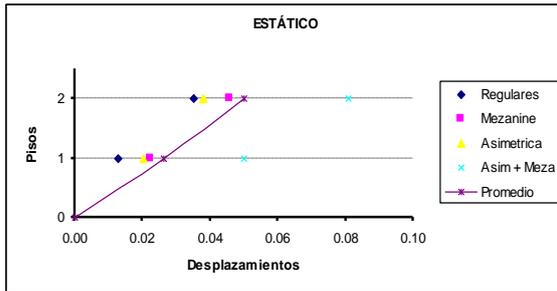
Las Figuras 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 4.12 y 4.13 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



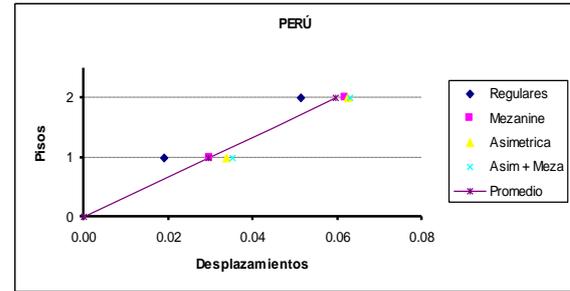
**Figura 4.8** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal



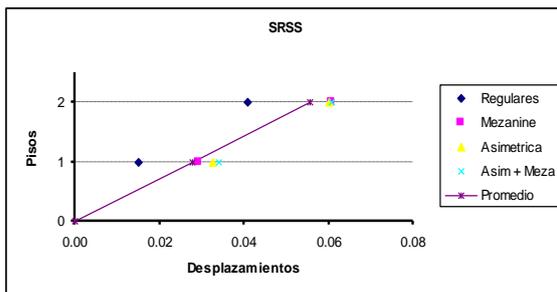
**Figura 4.11** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH



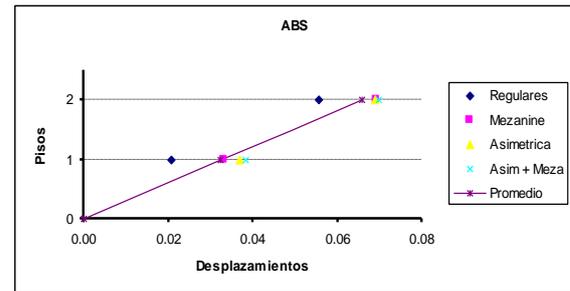
**Figura 4.9** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático



**Figura 4.12** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 4.10** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 4.13** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

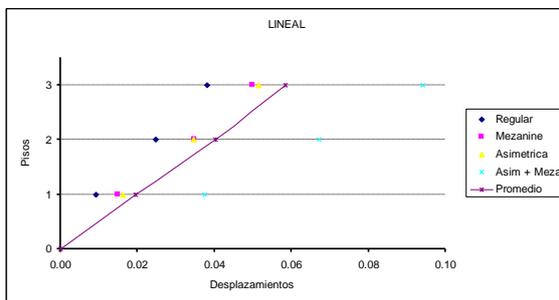
La Tabla 4.16 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.16** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S1

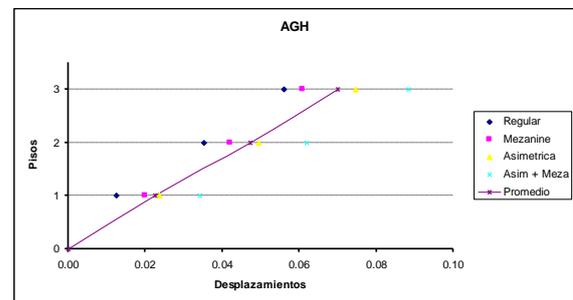
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00911	0.01200	0.01253	0.01258	0.01239	0.01321
	2	0.02482	0.03300	0.03502	0.03523	0.03453	0.03649
	3	0.03803	0.05200	0.05557	0.05601	0.05493	0.05843
Mezanine	1	0.01483	0.02000	0.01990	0.01994	0.01978	0.02176
	2	0.03483	0.04300	0.04197	0.04211	0.04164	0.04561

	3	0.04985	0.06100	0.06046	0.06079	0.06018	0.06648
Asimétrica	1	0.01629	0.03200	0.02368	0.02369	0.02356	0.02704
	2	0.03459	0.06600	0.04943	0.04951	0.04885	0.05515
	3	0.05136	0.09600	0.07394	0.07456	0.07376	0.08526
Asim + Meza	1	0.03746	0.05600	0.03407	0.03413	0.03525	0.04023
	2	0.06725	0.10100	0.06171	0.06197	0.06368	0.07221
	3	0.09420	0.13900	0.08725	0.08842	0.09096	0.10580
Promedio	1	0.01942	0.03000	0.02255	0.02259	0.02275	0.02556
	2	0.04037	0.06075	0.04703	0.04721	0.04718	0.05237
	3	0.05836	0.08700	0.06931	0.06995	0.06996	0.07899

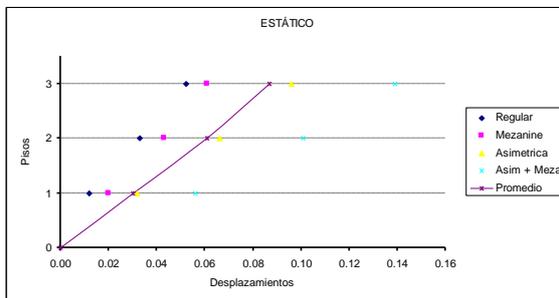
Las Figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 y 4.19 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



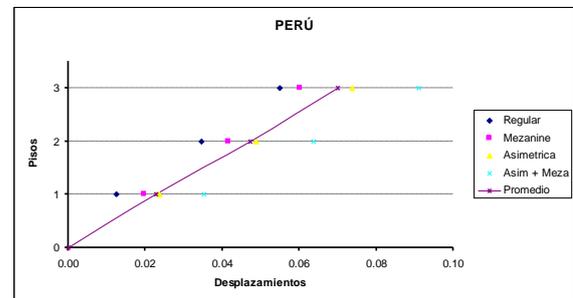
**Figura 4.14** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal



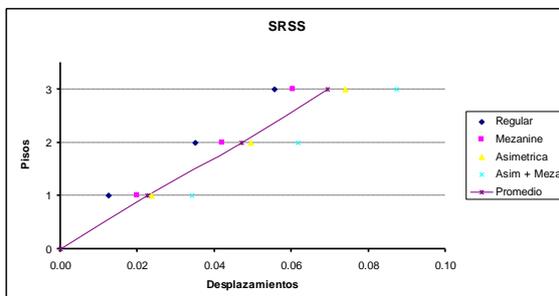
**Figura 4.17** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH



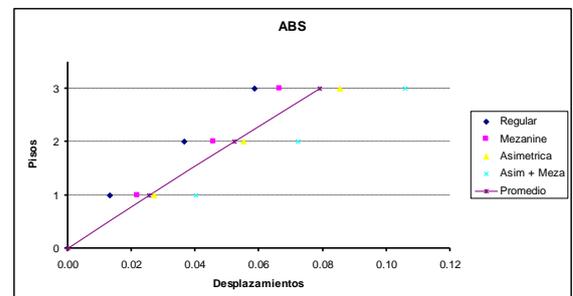
**Figura 4.15** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 4.18** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 4.16** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 4.19** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS

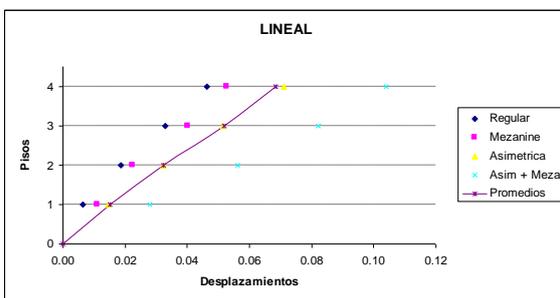
## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

La Tabla 4.17 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

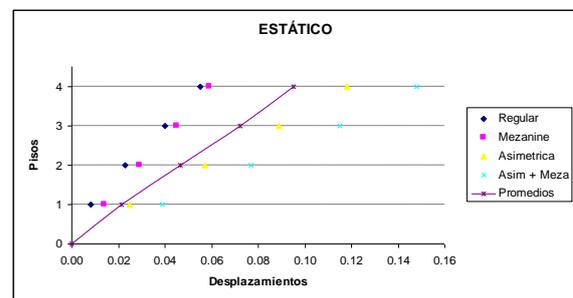
**Tabla 4.17** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S1

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00655	0.00800	0.00942	0.00950	0.00931	0.01016
	2	0.01855	0.02300	0.02686	0.02721	0.02638	0.02838
	3	0.03301	0.04000	0.04808	0.04891	0.04720	0.05077
	4	0.04628	0.05500	0.06793	0.06926	0.06694	0.07261
Mezanine	1	0.01097	0.01400	0.01545	0.01554	0.01536	0.01726
	2	0.02250	0.02900	0.03267	0.03298	0.03238	0.03613
	3	0.04022	0.04500	0.05180	0.05248	0.05145	0.05771
	4	0.05263	0.05900	0.06922	0.07028	0.06907	0.07830
Asimétrica	1	0.01454	0.02500	0.01892	0.01899	0.01878	0.02259
	2	0.03238	0.05700	0.04325	0.04358	0.04261	0.05039
	3	0.05157	0.08900	0.06895	0.06985	0.06810	0.08103
	4	0.07112	0.11800	0.09388	0.09559	0.09367	0.11400
Asim + Meza	1	0.02797	0.03900	0.02214	0.02223	0.02199	0.02672
	2	0.05621	0.07700	0.04712	0.04754	0.04661	0.05602
	3	0.08216	0.11500	0.07196	0.07297	0.07144	0.08664
	4	0.10390	0.14800	0.09434	0.09619	0.09452	0.11700
Promedios	1	0.01501	0.02150	0.01648	0.01656	0.01636	0.01918
	2	0.03241	0.04650	0.03748	0.03783	0.03700	0.04273
	3	0.05174	0.07225	0.06020	0.06105	0.05955	0.06904
	4	0.06848	0.09500	0.08134	0.08283	0.08105	0.09548

Las Figuras 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24 y 4.25 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



**Figura 4.20** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



**Figura 4.21** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático

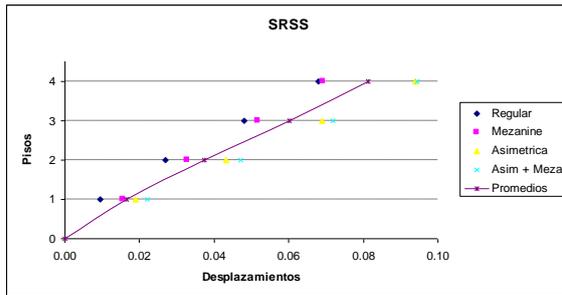


Figura 4.22 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS

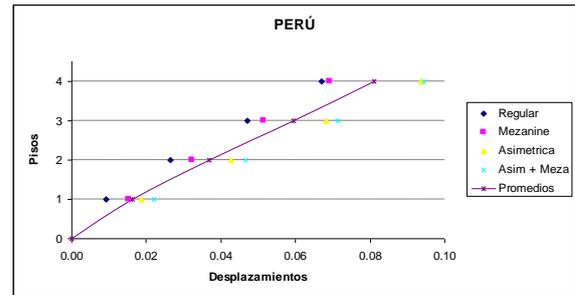


Figura 4.24 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú

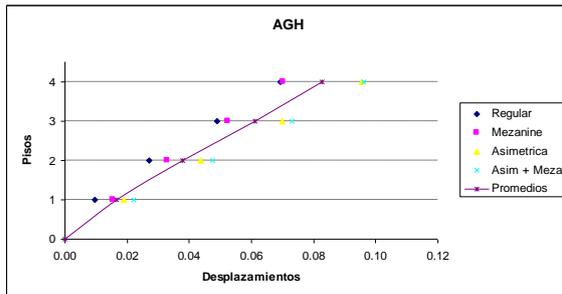


Figura 4.23 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH

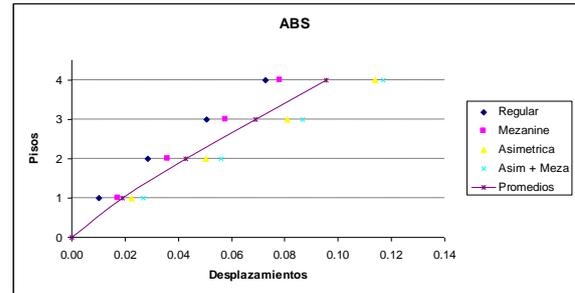


Figura 4.25 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

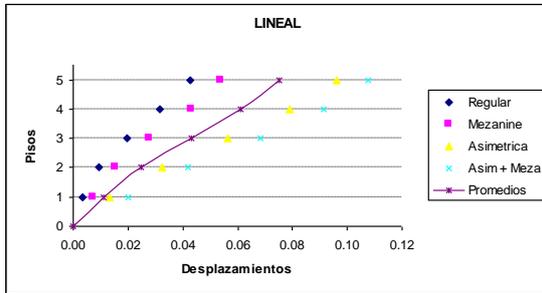
La Tabla 4.18 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

Tabla 4.18 Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S1

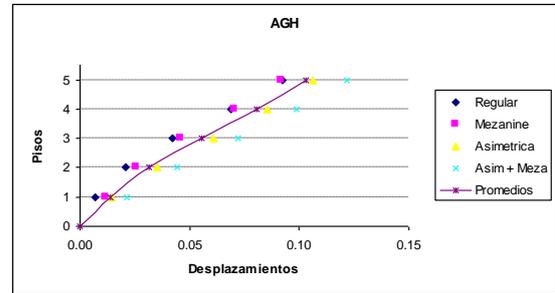
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00323	0.00600	0.00690	0.00700	0.00680	0.00793
	2	0.00940	0.01700	0.02008	0.02058	0.01957	0.02234
	3	0.01957	0.03500	0.04076	0.04227	0.03948	0.04446
	4	0.03171	0.05700	0.06613	0.06897	0.06414	0.07241
	5	0.04286	0.07500	0.08847	0.09246	0.08619	0.09826
Mezanine	1	0.00720	0.01000	0.01182	0.01196	0.01170	0.01380
	2	0.01523	0.02200	0.02519	0.02571	0.02473	0.02865
	3	0.02771	0.03900	0.04456	0.04591	0.04349	0.04971
	4	0.04308	0.05900	0.06794	0.07035	0.06644	0.07632
	5	0.05401	0.07600	0.08838	0.09169	0.08687	0.10090
Asimétrica	1	0.01338	0.01800	0.01458	0.01465	0.01441	0.01794
	2	0.03253	0.04300	0.03484	0.03522	0.03402	0.04125
	3	0.05647	0.07300	0.05995	0.06093	0.05814	0.06942
	4	0.07885	0.09900	0.08347	0.08519	0.08143	0.09856
	5	0.09601	0.12000	0.10360	0.10620	0.10210	0.12650

Asim + Meza	1	0.02010	0.02800	0.02116	0.02128	0.02132	0.02719
	2	0.04199	0.05800	0.04380	0.04434	0.04368	0.05446
	3	0.06836	0.09300	0.07097	0.07233	0.07047	0.08699
	4	0.09139	0.12500	0.09635	0.09859	0.09628	0.12060
	5	0.10779	0.15100	0.11840	0.12180	0.11950	0.15320
Promedios	1	0.01098	0.01550	0.01362	0.01372	0.01356	0.01671
	2	0.02479	0.03500	0.03098	0.03146	0.03050	0.03668
	3	0.04303	0.06000	0.05406	0.05536	0.05290	0.06265
	4	0.06126	0.08500	0.07847	0.08078	0.07707	0.09197
	5	0.07517	0.10550	0.09971	0.10304	0.09867	0.11972

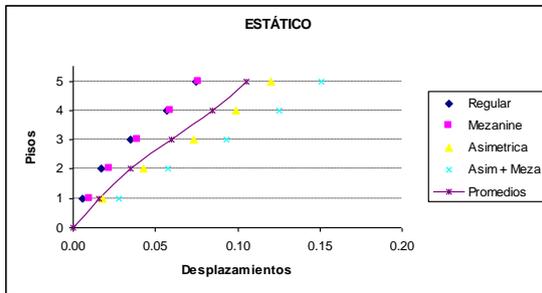
Las Figuras 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30 y 4.31 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



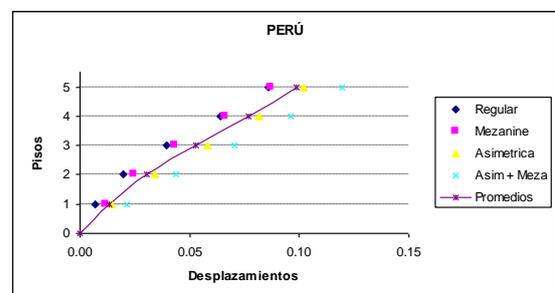
**Figura 4.26** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal



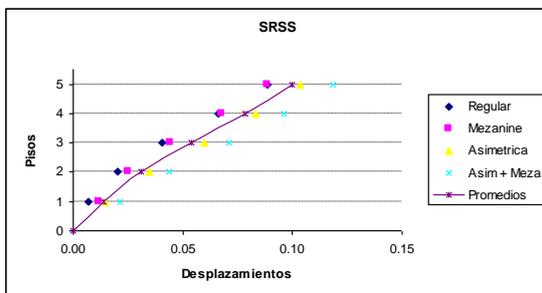
**Figura 4.29** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



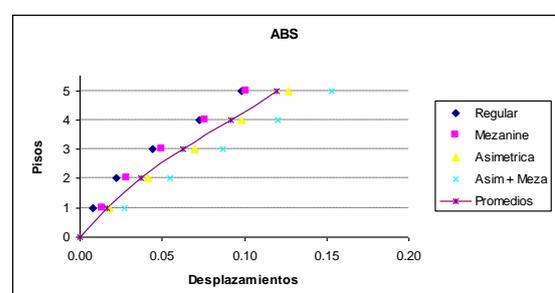
**Figura 4.27** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 4.30** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 4.28** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



**Figura 4.31** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

La Tabla 4.19 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.19** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S1

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00281	0.00400	0.00561	0.00565	0.00554	0.00620
	2	0.00796	0.01000	0.01516	0.01539	0.01482	0.01620
	3	0.01491	0.01800	0.02814	0.02886	0.02724	0.02915
	4	0.02462	0.02800	0.04350	0.04487	0.04188	0.04426
	5	0.03732	0.04000	0.06330	0.06548	0.06115	0.06515
	6	0.05070	0.05300	0.08454	0.08755	0.08222	0.08887
Mezanine	1	0.00575	0.00700	0.00998	0.01004	0.00991	0.01125
	2	0.01162	0.01300	0.01971	0.01997	0.01943	0.02171
	3	0.01914	0.02100	0.03195	0.03264	0.03128	0.03441
	4	0.02769	0.03000	0.04617	0.04741	0.04507	0.04925
	5	0.03879	0.04100	0.06432	0.06615	0.06304	0.06951
	6	0.05078	0.05300	0.08370	0.08612	0.08258	0.09239
Asimétrica	1	0.00529	0.00600	0.00875	0.00877	0.00867	0.00932
	2	0.01387	0.01500	0.02262	0.02272	0.02230	0.02366
	3	0.02368	0.02700	0.03804	0.03823	0.03741	0.03946
	4	0.03094	0.03800	0.04916	0.04939	0.04835	0.05100
	5	0.03345	0.04900	0.05188	0.05216	0.05111	0.05414
	6	0.05513	0.05700	0.08113	0.08174	0.08079	0.08785
Asim + Meza	1	0.00562	0.00900	0.01233	0.01237	0.01224	0.01367
	2	0.01348	0.01900	0.02798	0.02811	0.02763	0.03047
	3	0.02175	0.03200	0.04480	0.04504	0.04416	0.04850
	4	0.02796	0.04400	0.05672	0.05701	0.05595	0.06156
	5	0.03170	0.05500	0.05912	0.05945	0.05839	0.06443
	6	0.05935	0.06400	0.09165	0.09242	0.09157	0.10390
PROMEDIOS	1	0.00487	0.00650	0.00916	0.00921	0.00909	0.01011
	2	0.01173	0.01425	0.02137	0.02155	0.02105	0.02301
	3	0.01987	0.02450	0.03573	0.03619	0.03502	0.03788
	4	0.02780	0.03500	0.04889	0.04967	0.04781	0.05152
	5	0.03531	0.04625	0.05966	0.06081	0.05842	0.06331
	6	0.05399	0.05675	0.08526	0.08696	0.08429	0.09325

Las Figuras 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36 y 4.37 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.

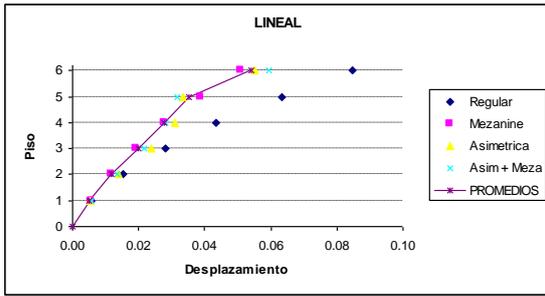


Figura 4.32 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal

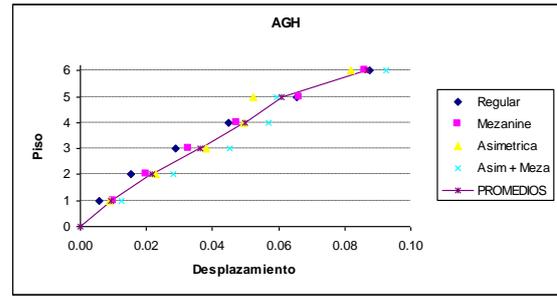


Figura 4.35 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH

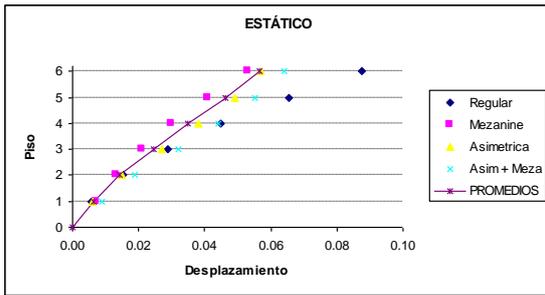


Figura 4.33 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático

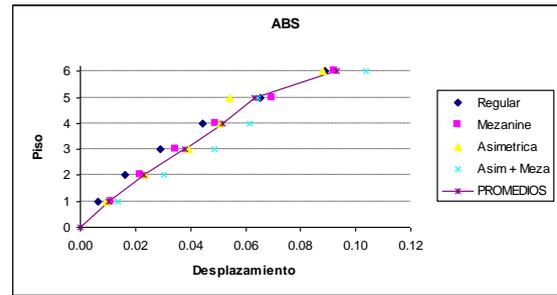


Figura 4.36 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS

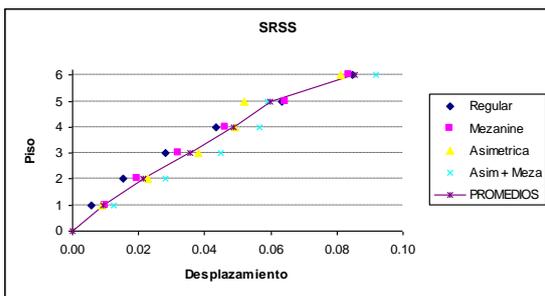


Figura 4.34 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS

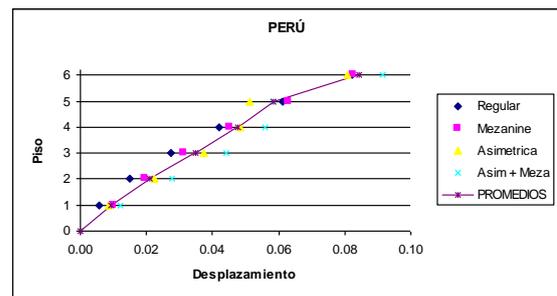


Figura 4.37 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú

#### 4.11 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2

De igual manera se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S2.

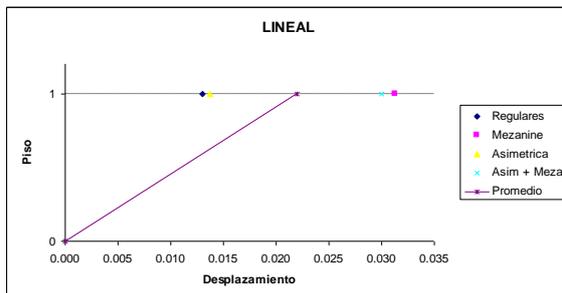
#### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 4.20 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

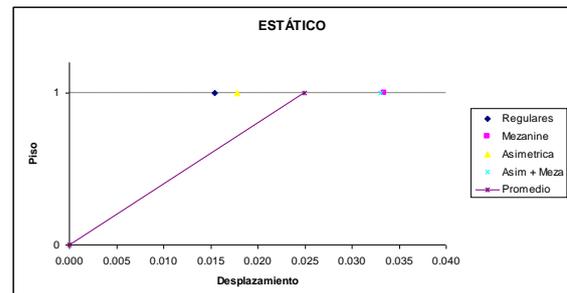
**Tabla 4.20** Desplazamientos para estructuras de un piso – S2

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01300	0.01543	0.01744	0.01744	0.01744	0.01744
Mezanine	1	0.03130	0.03339	0.03752	0.03752	0.03752	0.03752
Asimétrica	1	0.01371	0.01781	0.02044	0.02044	0.02044	0.02044
Asim + Meza	1	0.03001	0.03309	0.03775	0.03775	0.03775	0.03775
Promedio	1	0.02200	0.02493	0.02829	0.02829	0.02829	0.02829

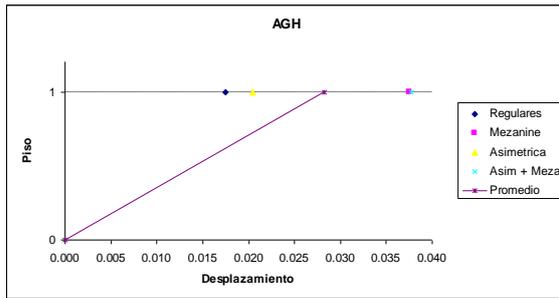
Las Figuras 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42 y 4.43 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



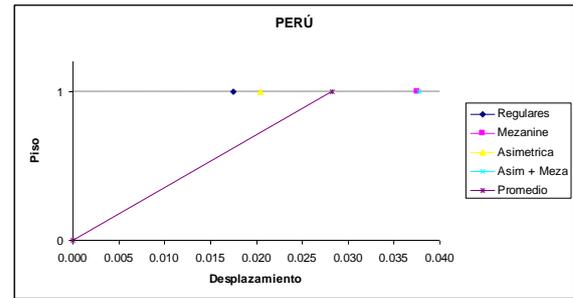
**Figura 4.38** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal



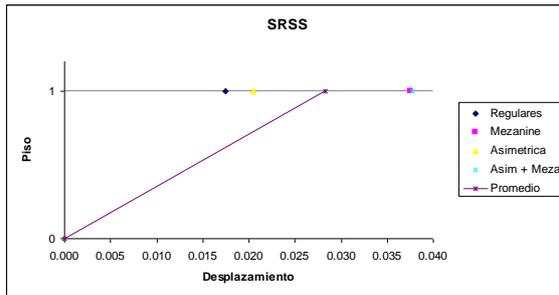
**Figura 4.39** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático



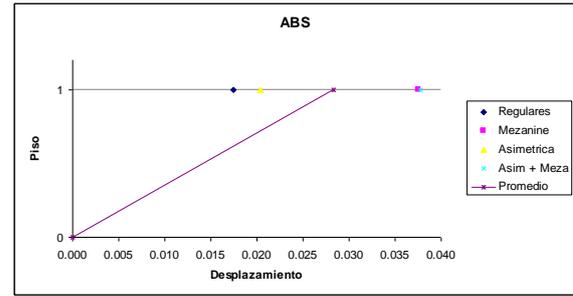
**Figura 4.40** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 4.42** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 4.41** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS



**Figura 4.43** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS

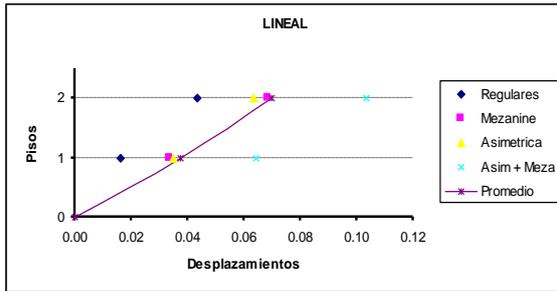
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 4.21 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

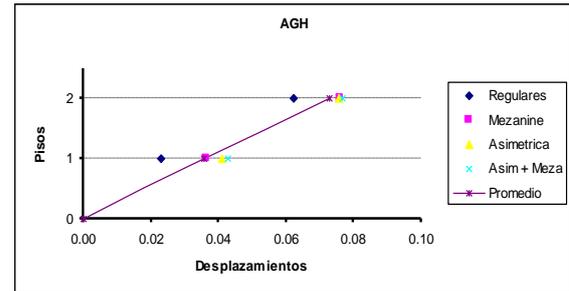
**Tabla 4.21** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S2

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01637	0.02200	0.01908	0.02305	0.02857	0.02487
	2	0.04349	0.05800	0.05068	0.06230	0.07691	0.06667
Mezanine	1	0.03364	0.04100	0.03633	0.03644	0.03698	0.04114
	2	0.06833	0.08500	0.07551	0.07585	0.07694	0.08582
Asimétrica	1	0.03506	0.04500	0.04055	0.04096	0.04182	0.04565
	2	0.06321	0.08300	0.07468	0.07570	0.07738	0.08549
Asim + Meza	1	0.06444	0.08100	0.04224	0.04272	0.04358	0.04757
	2	0.10334	0.13200	0.07554	0.07661	0.07823	0.08631
Promedio	1	0.03738	0.04725	0.03455	0.03579	0.03774	0.03981
	2	0.06959	0.08950	0.06910	0.07262	0.07737	0.08107

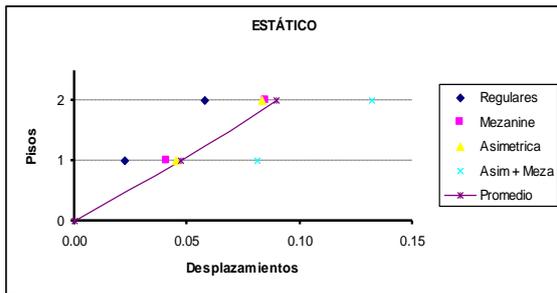
Las Figuras 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48 y 4.49 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



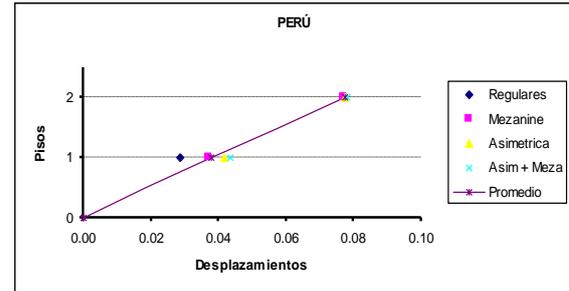
**Figura 4.44** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal



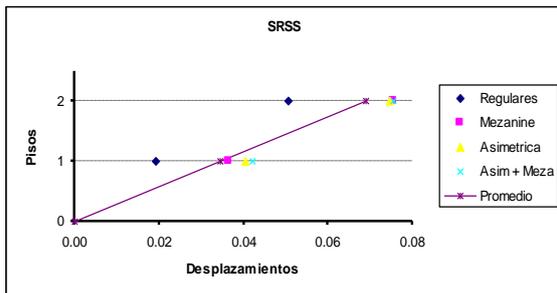
**Figura 4.47** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH



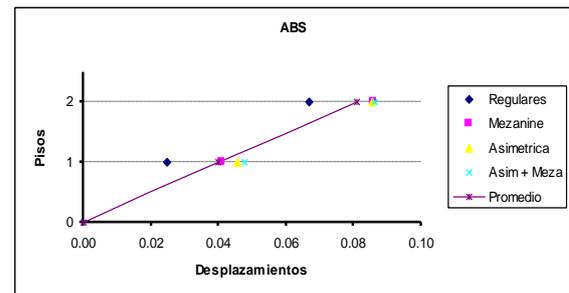
**Figura 4.45** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático



**Figura 4.48** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 4.46** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – Criterio SRSS



**Figura 4.49** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

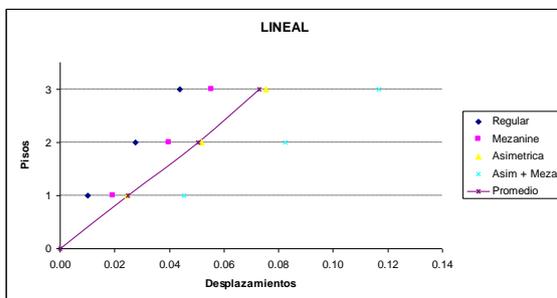
La Tabla 4.22 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.22** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S2

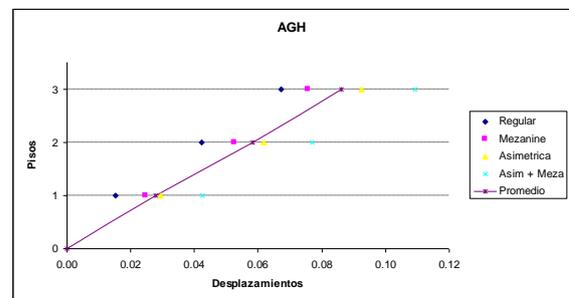
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.01007	0.01400	0.01503	0.01510	0.01487	0.01585
	2	0.02765	0.03900	0.04202	0.04229	0.04144	0.04379
	3	0.04391	0.06200	0.06668	0.06717	0.06592	0.07012

Mezanine	1	0.01940	0.02500	0.02476	0.02481	0.02462	0.02693
	2	0.03988	0.05300	0.05224	0.05239	0.05184	0.05645
	3	0.05540	0.07600	0.07524	0.07553	0.07491	0.08225
Asimétrica	1	0.02445	0.03800	0.02948	0.02949	0.02933	0.03343
	2	0.05168	0.07900	0.06153	0.06164	0.06083	0.06823
	3	0.07537	0.11500	0.09197	0.09245	0.09176	0.10530
Asim + Meza	1	0.04548	0.06800	0.04241	0.04244	0.04376	0.04975
	2	0.08237	0.12200	0.07680	0.07702	0.07905	0.08932
	3	0.11670	0.16800	0.10850	0.10930	0.11280	0.13070
Promedio	1	0.02485	0.03625	0.02792	0.02796	0.02815	0.03149
	2	0.05040	0.07325	0.05815	0.05834	0.05829	0.06445
	3	0.07284	0.10525	0.08560	0.08611	0.08635	0.09709

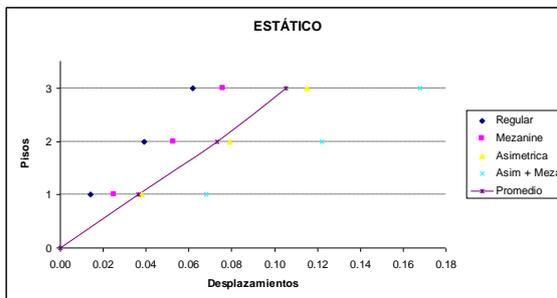
Las Figuras 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54 y 4.55 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



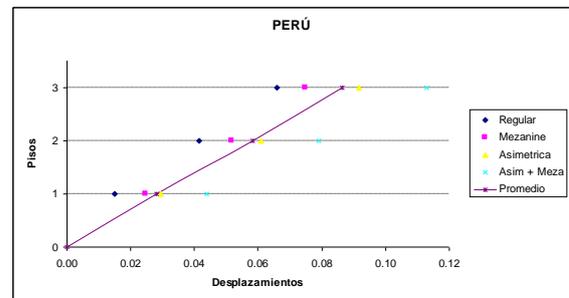
**Figura 4.50** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal



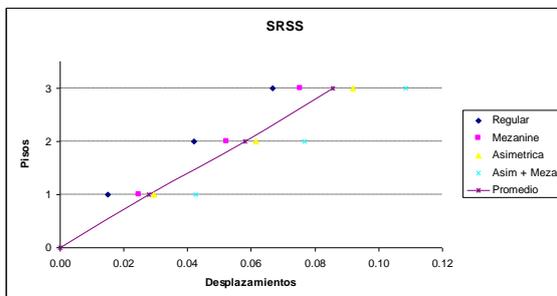
**Figura 4.53** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH



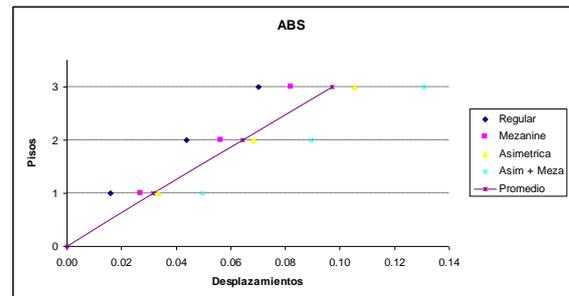
**Figura 4.51** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 4.54** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 4.52** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 4.55** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS

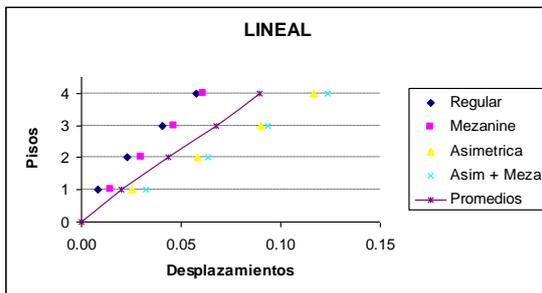
## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

La Tabla 4.23 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

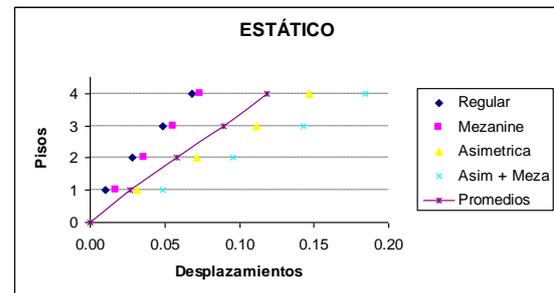
**Tabla 4.23** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos –S2

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00801	0.01000	0.01173	0.01183	0.01159	0.01252
	2	0.02266	0.02800	0.03347	0.03390	0.03288	0.03502
	3	0.04062	0.04900	0.05990	0.06087	0.05883	0.06264
	4	0.05739	0.06800	0.08460	0.08605	0.08339	0.08954
Mezanine	1	0.01457	0.01700	0.01923	0.01934	0.01912	0.02130
	2	0.03000	0.03600	0.04068	0.04105	0.04033	0.04462
	3	0.04668	0.05600	0.06450	0.06524	0.06408	0.07125
	4	0.06091	0.07400	0.08615	0.08721	0.08597	0.09661
Asimétrica	1	0.02535	0.03100	0.02356	0.02364	0.02339	0.02784
	2	0.05843	0.07100	0.05388	0.05429	0.05309	0.06216
	3	0.08971	0.11100	0.08586	0.08686	0.08483	0.09992
	4	0.11635	0.14700	0.11670	0.11820	0.11650	0.14040
Asim + Meza	1	0.03237	0.04900	0.02756	0.02768	0.02738	0.03294
	2	0.06363	0.09600	0.05869	0.05919	0.05805	0.06912
	3	0.09362	0.14300	0.08959	0.09066	0.08895	0.10680
	4	0.12332	0.18400	0.11730	0.11890	0.11750	0.14410
Promedios	1	0.02008	0.02675	0.02052	0.02062	0.02037	0.02365
	2	0.04368	0.05775	0.04668	0.04711	0.04609	0.05273
	3	0.06766	0.08975	0.07496	0.07591	0.07417	0.08515
	4	0.08949	0.11825	0.10119	0.10259	0.10084	0.11766

Las Figuras 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60 y 4.61 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



**Figura 4.56** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



**Figura 4.57** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos - método Estático

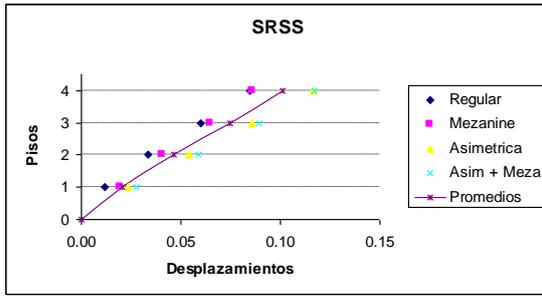


Figura 4.58 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS

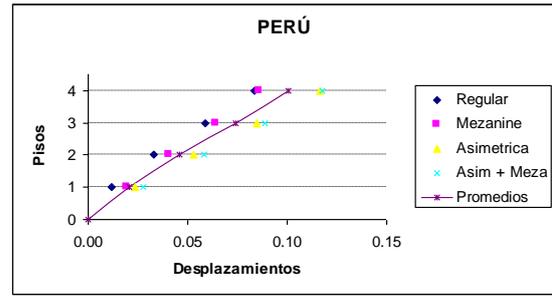


Figura 4.60 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú

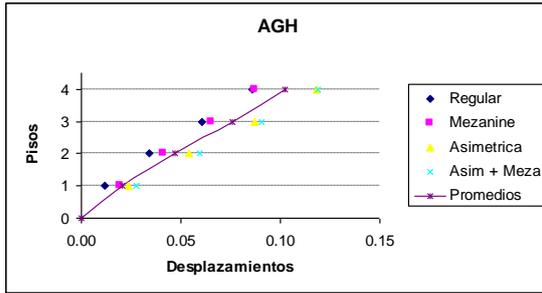


Figura 4.59 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH

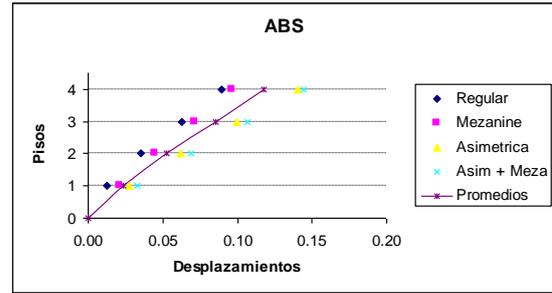


Figura 4.61 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

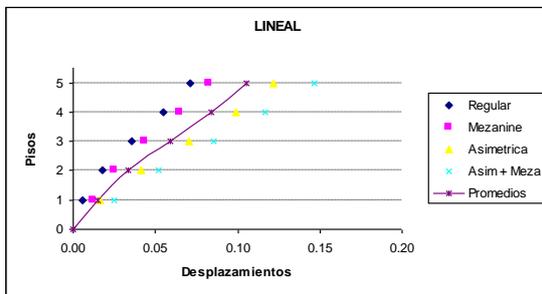
La Tabla 4.24 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

Tabla 4.24 Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S2

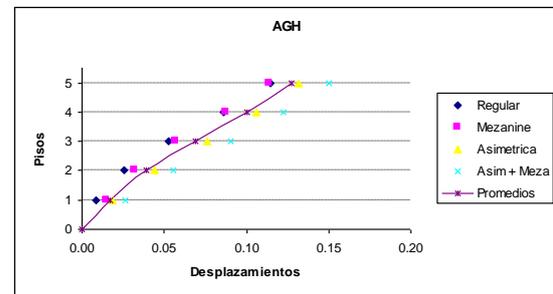
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00598	0.00700	0.00860	0.00872	0.00847	0.00974
	2	0.01767	0.02200	0.02504	0.02567	0.02442	0.02748
	3	0.03586	0.04400	0.05087	0.05270	0.04929	0.05473
	4	0.05480	0.07100	0.08252	0.08587	0.08007	0.08913
	5	0.07095	0.09300	0.11040	0.11490	0.10750	0.12090
Mezanine	1	0.01190	0.01300	0.01472	0.01489	0.01457	0.01698
	2	0.02481	0.02800	0.03140	0.03204	0.03083	0.03529
	3	0.04323	0.04900	0.05558	0.05720	0.05426	0.06127
	4	0.06502	0.07400	0.08473	0.08751	0.08289	0.09403
	5	0.08236	0.09500	0.11020	0.11380	0.10830	0.12430
Asimétrica	1	0.01654	0.02200	0.01816	0.01862	0.01795	0.02207
	2	0.04110	0.05300	0.04342	0.04393	0.04242	0.05081
	3	0.07047	0.09000	0.07473	0.07598	0.07252	0.08557
	4	0.09862	0.12400	0.10400	0.10600	0.10150	0.12140
	5	0.12176	0.14900	0.12890	0.13140	0.12710	0.15560

Asim + Meza	1	0.02485	0.03500	0.02635	0.02651	0.02637	0.03344
	2	0.05163	0.07200	0.05459	0.05529	0.05408	0.06706
	3	0.08566	0.11600	0.08848	0.09015	0.08727	0.10720
	4	0.11689	0.15600	0.12000	0.12250	0.11910	0.14840
	5	0.14658	0.18800	0.14720	0.15040	0.14770	0.18820
Promedios	1	0.01482	0.01925	0.01696	0.01719	0.01684	0.02056
	2	0.03380	0.04375	0.03861	0.03923	0.03794	0.04516
	3	0.05880	0.07475	0.06742	0.06901	0.06584	0.07719
	4	0.08383	0.10625	0.09781	0.10047	0.09589	0.11324
	5	0.10541	0.13125	0.12418	0.12763	0.12265	0.14725

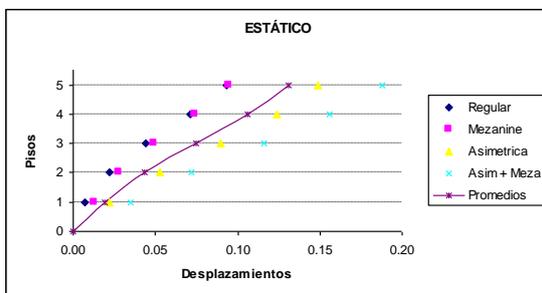
Las Figuras 4.62, 4.63, 4.64, 4.65, 4.66 y 4.67 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



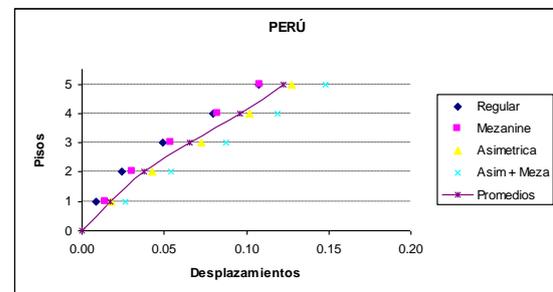
**Figura 4.62** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal



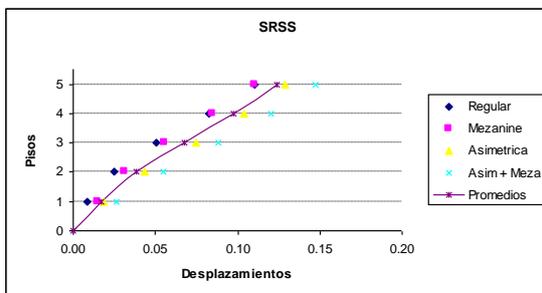
**Figura 4.65** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



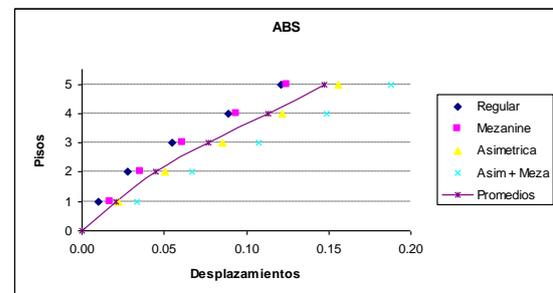
**Figura 4.63** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 4.66** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 4.64** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – Criterio SRSS



**Figura 4.67** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

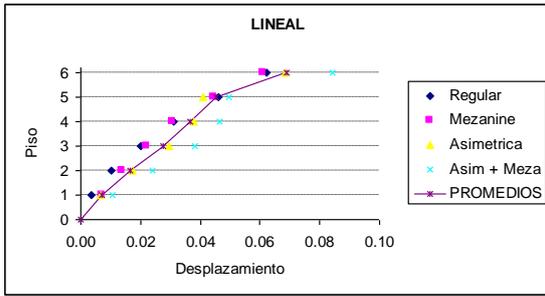
## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

La Tabla 4.25 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

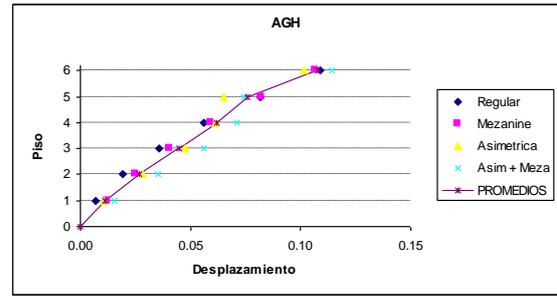
**Tabla 4.25** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S2

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00339	0.00400	0.00698	0.00703	0.00690	0.00762
	2	0.01030	0.01200	0.01889	0.01918	0.01847	0.01992
	3	0.01991	0.02200	0.03510	0.03598	0.03400	0.03589
	4	0.03124	0.03400	0.05428	0.05594	0.05228	0.05452
	5	0.04626	0.04900	0.07895	0.08149	0.07632	0.08023
	6	0.06222	0.06500	0.10540	0.10870	0.10250	0.10940
Mezanine	1	0.00723	0.00800	0.01242	0.01250	0.01234	0.01384
	2	0.01395	0.01600	0.02456	0.02487	0.02421	0.02673
	3	0.02214	0.02600	0.03983	0.04067	0.03901	0.04240
	4	0.03052	0.03700	0.05757	0.05904	0.05622	0.06072
	5	0.04437	0.05100	0.08017	0.08224	0.07860	0.08565
	6	0.06104	0.06600	0.10430	0.10680	0.10290	0.11370
Asimétrica	1	0.00663	0.00700	0.01089	0.01092	0.01080	0.01152
	2	0.01740	0.01900	0.02817	0.02829	0.02778	0.02924
	3	0.02939	0.03300	0.04737	0.04761	0.04660	0.04879
	4	0.03792	0.04700	0.06121	0.06150	0.06023	0.06305
	5	0.04092	0.06100	0.06460	0.06492	0.06366	0.06692
	6	0.06836	0.07100	0.10090	0.10120	0.10050	0.10840
Asim + Meza	1	0.01073	0.01100	0.01535	0.01539	0.01524	0.01688
	2	0.02400	0.02400	0.03484	0.03500	0.03442	0.03765
	3	0.03812	0.03900	0.05578	0.05608	0.05501	0.05994
	4	0.04662	0.05500	0.07063	0.07098	0.06970	0.07607
	5	0.04946	0.06900	0.07361	0.07399	0.07272	0.07961
	6	0.08433	0.08000	0.11390	0.11430	0.11380	0.12810
PROMEDIOS	1	0.00700	0.00750	0.01141	0.01146	0.01132	0.01246
	2	0.01641	0.01775	0.02662	0.02684	0.02622	0.02839
	3	0.02739	0.03000	0.04452	0.04509	0.04366	0.04676
	4	0.03657	0.04325	0.06092	0.06187	0.05961	0.06359
	5	0.04525	0.05750	0.07433	0.07566	0.07283	0.07810
	6	0.06899	0.07050	0.10613	0.10775	0.10493	0.11490

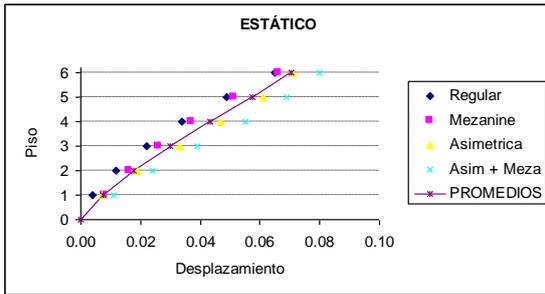
Las Figuras 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, 4.72 y 4.73 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



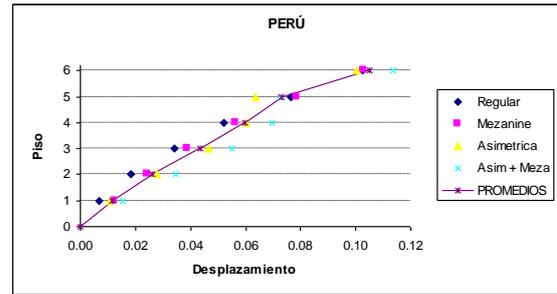
**Figura 4.68** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal



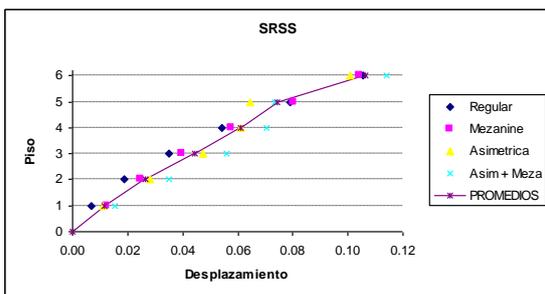
**Figura 4.71** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH



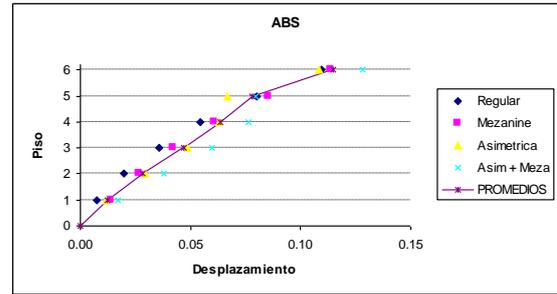
**Figura 4.69** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático



**Figura 4.72** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú



**Figura 4.70** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS



**Figura 4.73** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS

#### 4.12 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3

Se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S3.

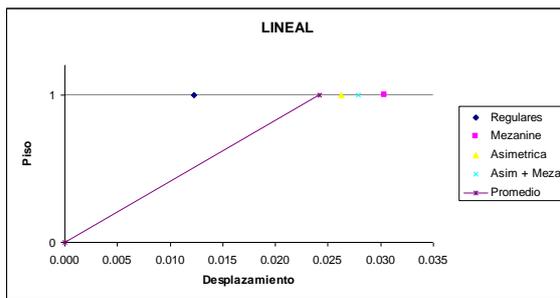
#### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 4.26 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

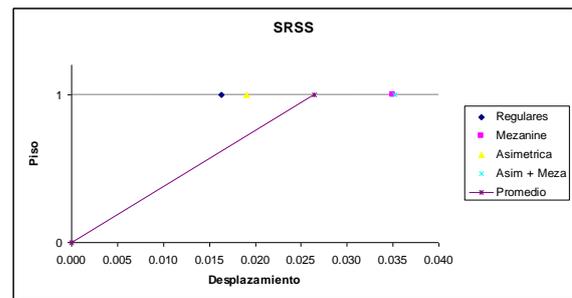
**Tabla 4.26** Desplazamientos para estructuras de un piso – S3

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01230	0.01441	0.01628	0.01628	0.01628	0.01628
Mezanine	1	0.03040	0.03116	0.03502	0.03502	0.03502	0.03502
Asimétrica	1	0.02622	0.01662	0.01908	0.01908	0.01908	0.01908
Asim + Meza	1	0.02785	0.03088	0.03523	0.03523	0.03523	0.03523
Promedio	1	0.02419	0.02078	0.02640	0.02640	0.02640	0.02640

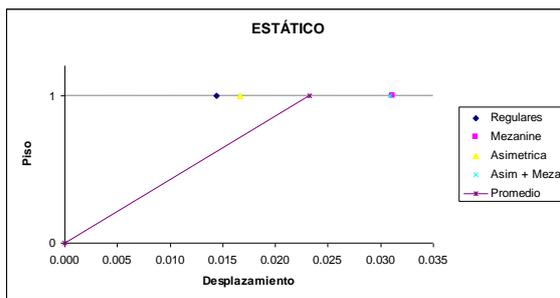
Las Figuras 4.74, 4.75, 4.76, 4.77, 4.78 y 4.79 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



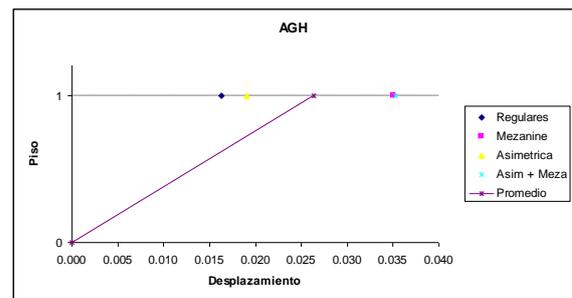
**Figura 4.74** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal



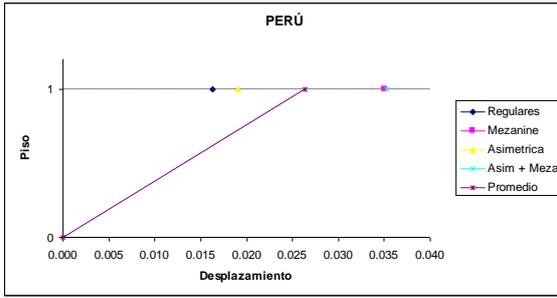
**Figura 4.76** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS



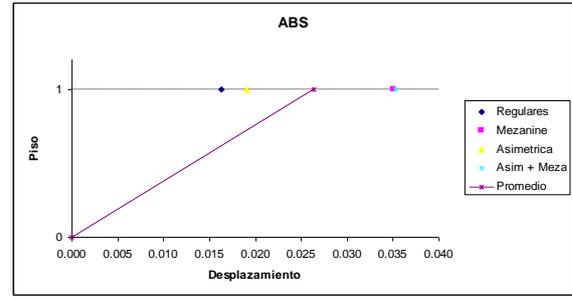
**Figura 4.75** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático



**Figura 4.77** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 4.78** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 4.79** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS

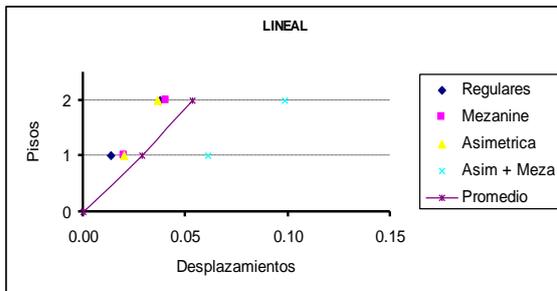
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 4.27 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

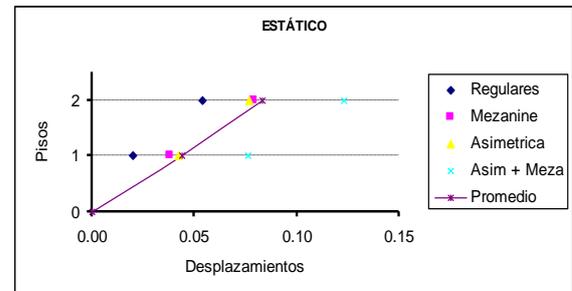
**Tabla 4.27** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S3

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01375	0.02000	0.01610	0.02152	0.02133	0.02321
	2	0.03744	0.05400	0.04382	0.05815	0.05743	0.06222
Mezanine	1	0.02009	0.03800	0.03980	0.03990	0.04017	0.04411
	2	0.04067	0.07900	0.08271	0.08302	0.08355	0.09196
Asimétrica	1	0.02013	0.04200	0.04308	0.04347	0.04428	0.04789
	2	0.03605	0.07700	0.07928	0.08024	0.08183	0.08948
Asim + Meza	1	0.06092	0.07600	0.04658	0.04701	0.04784	0.05162
	2	0.09852	0.12300	0.08322	0.08419	0.08577	0.09341
Promedio	1	0.02872	0.04400	0.03639	0.03798	0.03841	0.04171
	2	0.05317	0.08325	0.07226	0.07640	0.07715	0.08427

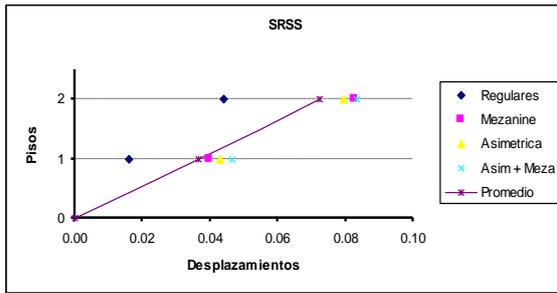
Las Figuras 4.80, 4.81, 4.82, 4.83, 4.84 y 4.85 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



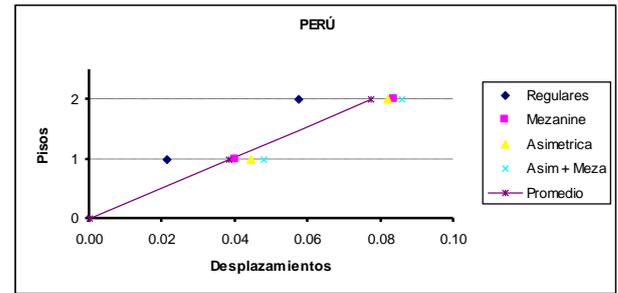
**Figura 4.80** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal



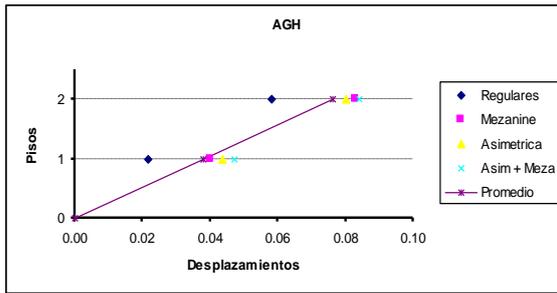
**Figura 4.81** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático



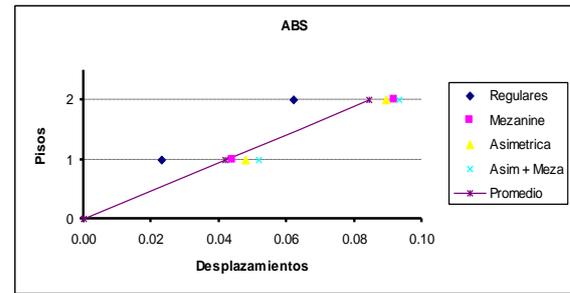
**Figura 4.82** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 4.84** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 4.83** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH



**Figura 4.85** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS

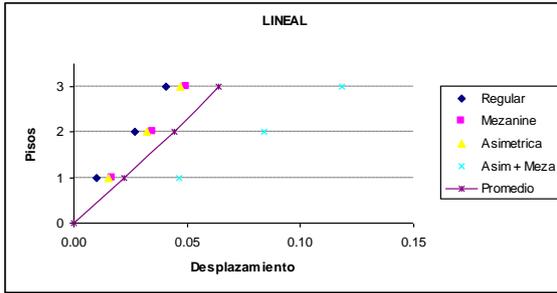
## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

La Tabla 4.28 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

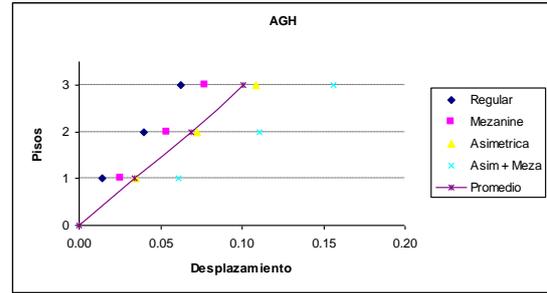
**Tabla 4.28** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S3

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00981	0.01300	0.01403	0.01409	0.01388	0.01480
	2	0.02668	0.03700	0.03922	0.03947	0.03867	0.04087
	3	0.04088	0.05800	0.06224	0.06271	0.06153	0.06544
Mezanine	1	0.01685	0.02400	0.02532	0.02536	0.02519	0.02716
	2	0.03507	0.05100	0.05342	0.05356	0.05305	0.05697
	3	0.04986	0.07300	0.07689	0.07717	0.07659	0.08291
Asimétrica	1	0.01541	0.03600	0.03475	0.03476	0.03461	0.03790
	2	0.03200	0.07400	0.07258	0.07266	0.07190	0.07768
	3	0.04693	0.10700	0.10800	0.10850	0.10790	0.11900
Asim + Meza	1	0.04673	0.06400	0.06114	0.06117	0.06158	0.06732
	2	0.08400	0.11400	0.11070	0.11090	0.11130	0.12120
	3	0.11833	0.15700	0.15500	0.15570	0.15710	0.17450
Promedio	1	0.02220	0.03425	0.03381	0.03385	0.03382	0.03680
	2	0.04444	0.06900	0.06898	0.06915	0.06873	0.07418
	3	0.06400	0.09875	0.10053	0.10102	0.10078	0.11046

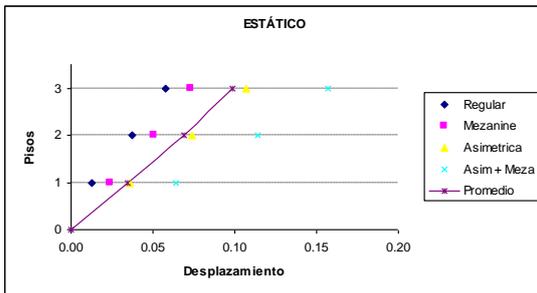
Las Figuras 4.86, 4.87, 4.88, 4.89, 4.90 y 4.91 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



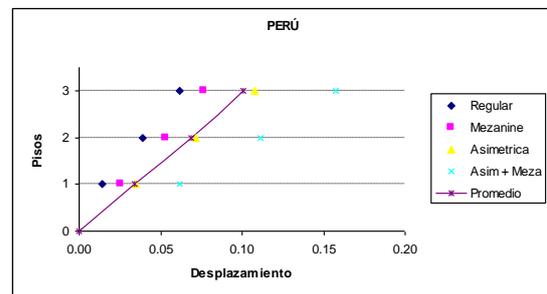
**Figura 4.86** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal



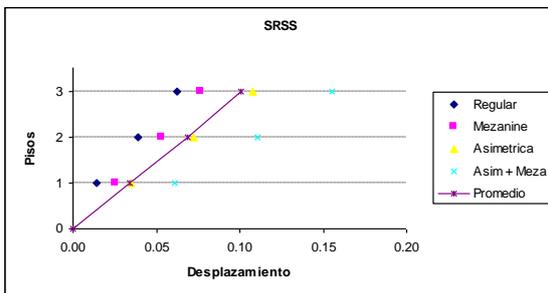
**Figura 4.89** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH



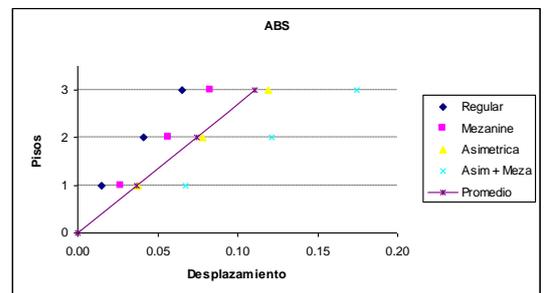
**Figura 4.87** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 4.90** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 4.88** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 4.91** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

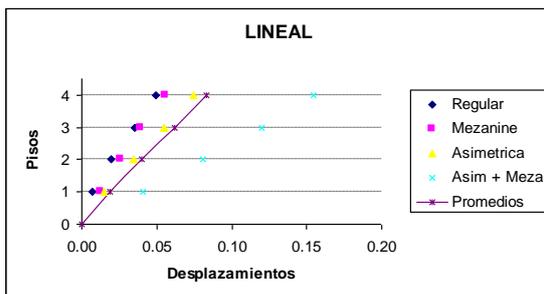
La Tabla 4.29 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.29** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S3

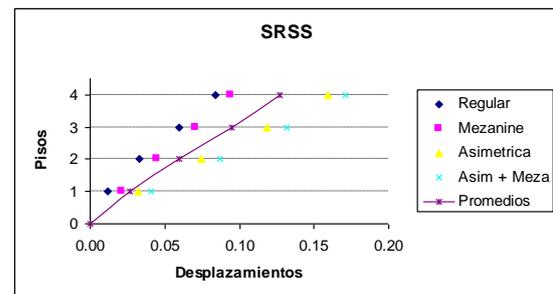
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00710	0.01100	0.01163	0.01171	0.01149	0.01222
	2	0.01993	0.03100	0.03318	0.03356	0.03262	0.03420
	3	0.03527	0.05400	0.05939	0.06025	0.05837	0.06116
	4	0.04908	0.07600	0.08384	0.08515	0.08268	0.08737

Mezanine	1	0.01249	0.02000	0.02095	0.02104	0.02084	0.02245
	2	0.02558	0.04200	0.04435	0.04465	0.04400	0.04709
	3	0.03922	0.06500	0.07027	0.07089	0.06986	0.07510
	4	0.05549	0.08600	0.09373	0.09465	0.09356	0.10160
Asimétrica	1	0.01517	0.03100	0.03250	0.03255	0.03232	0.03506
	2	0.03462	0.07100	0.07454	0.07481	0.07371	0.07888
	3	0.05479	0.11200	0.11860	0.11930	0.11750	0.12640
	4	0.07470	0.14800	0.15950	0.16060	0.15940	0.17510
Asim + Meza	1	0.04063	0.05400	0.04064	0.04071	0.04045	0.04397
	2	0.08104	0.10700	0.08675	0.08705	0.08605	0.09278
	3	0.12008	0.16000	0.13200	0.13270	0.13140	0.14270
	4	0.15460	0.20600	0.17110	0.17220	0.17150	0.18970
Promedios	1	0.01885	0.02900	0.02643	0.02650	0.02628	0.02843
	2	0.04029	0.06275	0.05971	0.06002	0.05910	0.06324
	3	0.06234	0.09775	0.09507	0.09579	0.09428	0.10134
	4	0.08346	0.12900	0.12704	0.12815	0.12679	0.13844

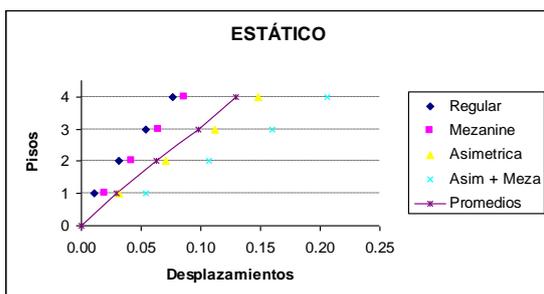
Las Figuras 4.92, 4.93, 4.94, 4.95, 4.96 y 4.97 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



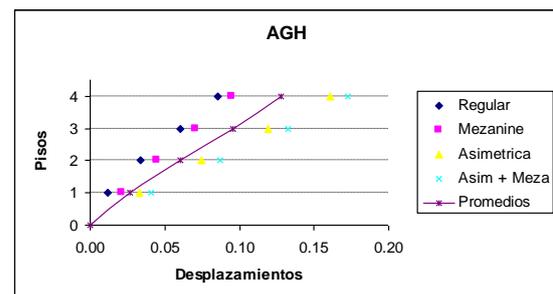
**Figura 4.92** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



**Figura 4.94** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



**Figura 4.93** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático



**Figura 4.95** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH

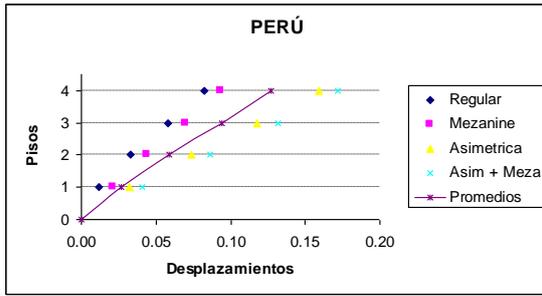


Figura 4.96 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú

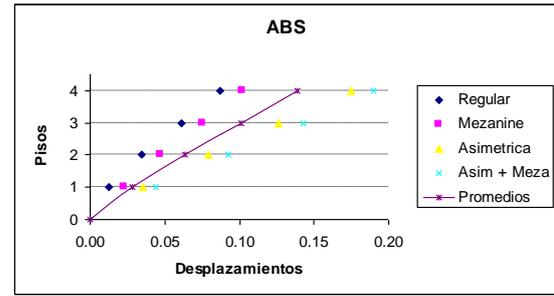


Figura 4.97 Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

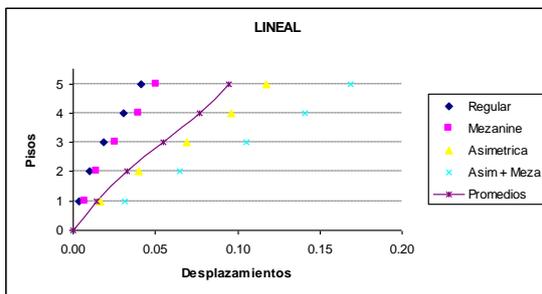
## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

La Tabla 4.30 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

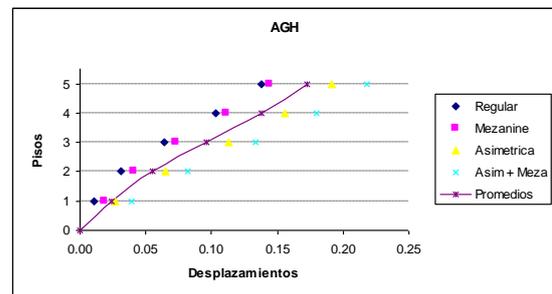
Tabla 4.30 Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S3

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00356	0.01000	0.01044	0.01054	0.01030	0.01083
	2	0.00996	0.02800	0.03056	0.03103	0.02988	0.03076
	3	0.01824	0.05700	0.06230	0.06369	0.06058	0.06158
	4	0.03069	0.09200	0.10100	0.10360	0.09835	0.10020
	5	0.04140	0.12200	0.13480	0.13820	0.13170	0.13540
Mezanine	1	0.00705	0.01800	0.01887	0.01899	0.01871	0.01983
	2	0.01457	0.03800	0.04044	0.04089	0.03980	0.04152
	3	0.02593	0.06700	0.07181	0.07297	0.07034	0.07250
	4	0.03951	0.10100	0.10940	0.11140	0.10730	0.11110
	5	0.05047	0.13000	0.14170	0.14440	0.13970	0.14600
Asimétrica	1	0.01643	0.02600	0.02695	0.02701	0.02672	0.02881
	2	0.03996	0.06300	0.06482	0.06513	0.06371	0.06762
	3	0.06926	0.10700	0.11180	0.11260	0.10940	0.11410
	4	0.09636	0.14600	0.15490	0.15610	0.15220	0.16060
	5	0.11764	0.17600	0.18960	0.19130	0.18800	0.20260
Asim + Meza	1	0.03130	0.04500	0.03911	0.03921	0.03884	0.04359
	2	0.06509	0.09400	0.08152	0.08195	0.08034	0.08852
	3	0.10517	0.15200	0.13240	0.13350	0.13010	0.14220
	4	0.14090	0.20400	0.17850	0.18010	0.17630	0.19510
	5	0.16848	0.24600	0.21580	0.21800	0.21500	0.24330
Promedios	1	0.01459	0.02475	0.02384	0.02394	0.02364	0.02577
	2	0.03240	0.05575	0.05434	0.05475	0.05343	0.05711
	3	0.05465	0.09575	0.09458	0.09569	0.09261	0.09760
	4	0.07686	0.13575	0.13595	0.13780	0.13354	0.14175
	5	0.09450	0.16850	0.17048	0.17298	0.16860	0.18183

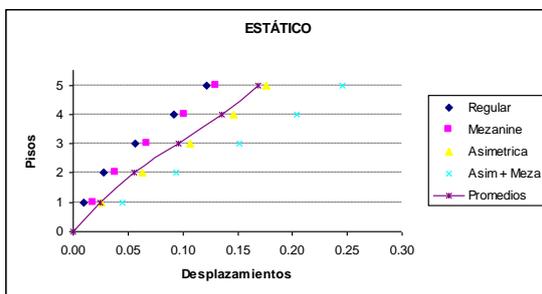
Las Figuras 4.98, 4.99, 4.100, 4.101, 4.102 y 4.103 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



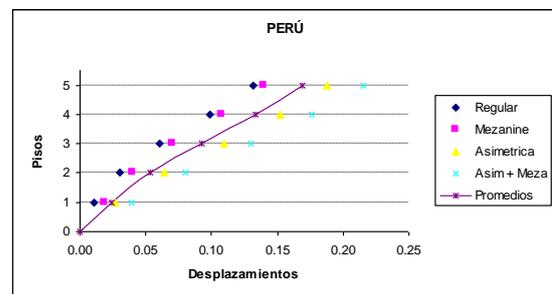
**Figura 4.98** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal



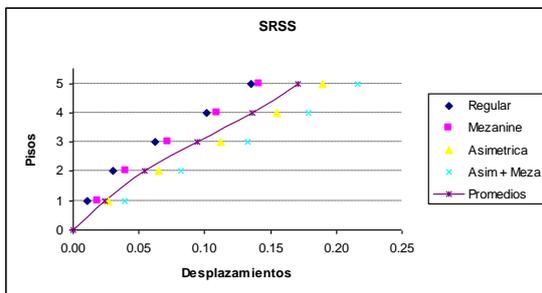
**Figura 4.101** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



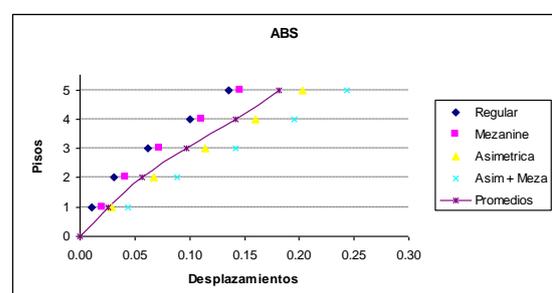
**Figura 4.99** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 4.102** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 4.100** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



**Figura 4.103** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

La Tabla 4.31 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.31** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S3

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00320	0.00700	0.00735	0.00739	0.00727	0.00769
	2	0.00870	0.01800	0.01993	0.02017	0.01950	0.02018
	3	0.01658	0.03300	0.03712	0.03785	0.03602	0.03648
	4	0.02696	0.05100	0.05745	0.05884	0.05546	0.05552
	5	0.04006	0.07300	0.08347	0.08564	0.08086	0.08159
	6	0.05397	0.09700	0.11120	0.11410	0.10840	0.11090
Mezanine	1	0.00664	0.01200	0.01369	0.01375	0.01360	0.01450
	2	0.01357	0.02400	0.02711	0.02737	0.02677	0.02810
	3	0.02204	0.03800	0.04409	0.04476	0.04324	0.04474
	4	0.03174	0.05500	0.06377	0.06496	0.06239	0.06416
	5	0.04412	0.07600	0.08866	0.09036	0.08706	0.09030
	6	0.05810	0.09800	0.11500	0.11710	0.11360	0.11950
Asimétrica	1	0.00567	0.01000	0.01040	0.01042	0.01031	0.01095
	2	0.01482	0.02600	0.02690	0.02701	0.02653	0.02780
	3	0.02513	0.04500	0.04524	0.04545	0.04452	0.04639
	4	0.03271	0.06400	0.05845	0.05872	0.05753	0.05996
	5	0.03535	0.08300	0.06168	0.06198	0.06081	0.06363
	6	0.05955	0.09600	0.09624	0.09668	0.09588	0.10300
Asim + Meza	1	0.00600	0.01100	0.01722	0.01725	0.01711	0.01824
	2	0.01344	0.02400	0.03910	0.03923	0.03868	0.04081
	3	0.02143	0.03900	0.06261	0.06283	0.06186	0.06503
	4	0.02717	0.05500	0.07926	0.07953	0.07835	0.08250
	5	0.02885	0.06900	0.08257	0.08287	0.08172	0.08627
	6	0.05537	0.08000	0.12680	0.12720	0.12680	0.13760
PROMEDIOS	1	0.00538	0.01000	0.01217	0.01220	0.01207	0.01284
	2	0.01263	0.02300	0.02826	0.02845	0.02787	0.02922
	3	0.02129	0.03875	0.04727	0.04772	0.04641	0.04816
	4	0.02964	0.05625	0.06473	0.06551	0.06343	0.06554
	5	0.03709	0.07525	0.07910	0.08021	0.07761	0.08045
	6	0.05674	0.09275	0.11231	0.11377	0.11117	0.11775

Las Figuras 4.104, 4.105, 4.106, 4.107, 4.108 y 4.109 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.

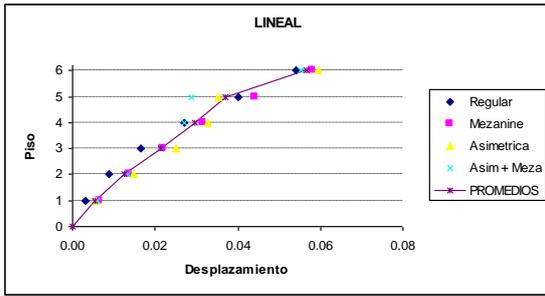


Figura 4.104 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal

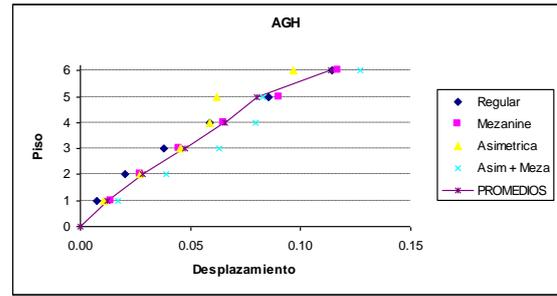


Figura 4.107 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH

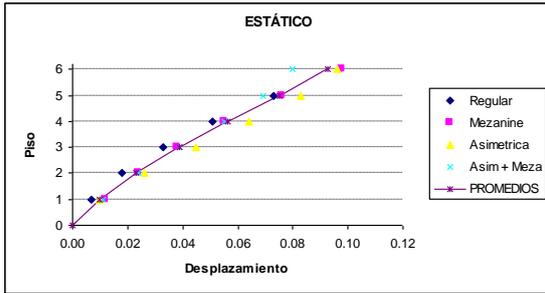


Figura 4.105 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático

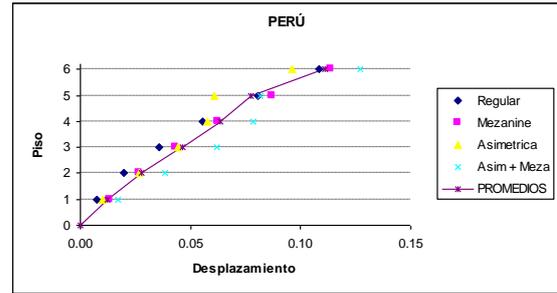


Figura 4.108 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú

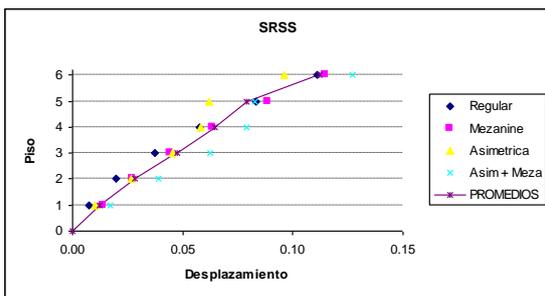


Figura 4.106 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS

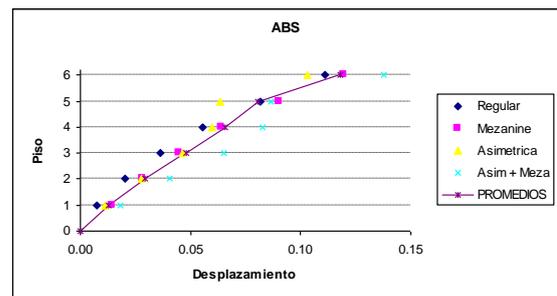


Figura 4.109 Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS

### 4.13 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4

Se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S4.

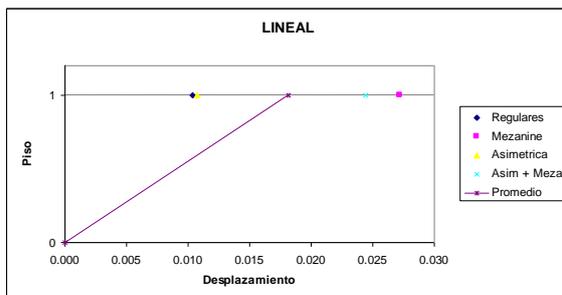
#### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 4.32 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

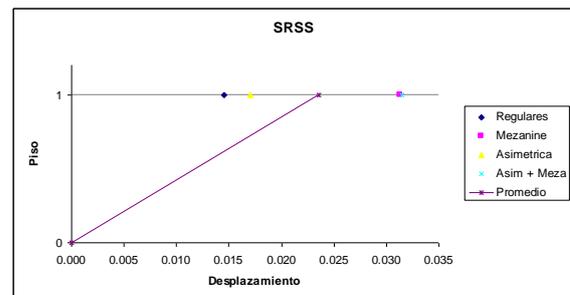
**Tabla 4.32** Desplazamientos para estructuras de un piso – S4

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01040	0.01286	0.01454	0.01454	0.01454	0.01454
Mezanine	1	0.02720	0.02783	0.03126	0.03126	0.03126	0.03126
Asimétrica	1	0.01075	0.01484	0.01703	0.01703	0.01703	0.01703
Asim + Meza	1	0.02442	0.02757	0.03145	0.03145	0.03145	0.03145
Promedio	1	0.01819	0.02078	0.02357	0.02357	0.02357	0.02357

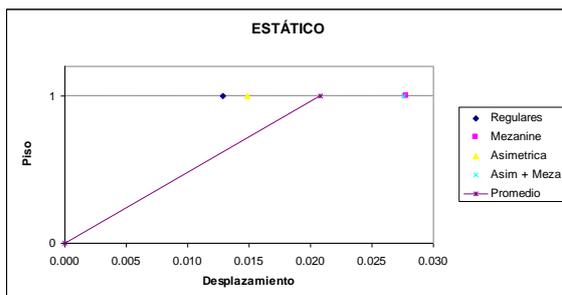
Las Figuras 4.110, 4.111, 4.112, 4.113, 4.114 y 4.115 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



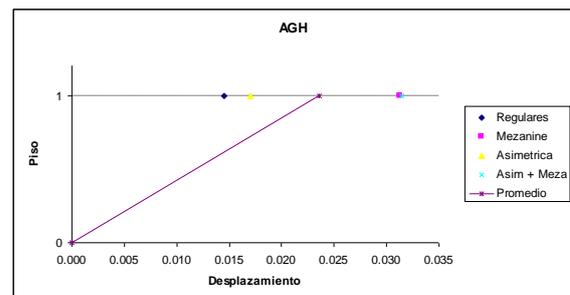
**Figura 4.110** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Lineal



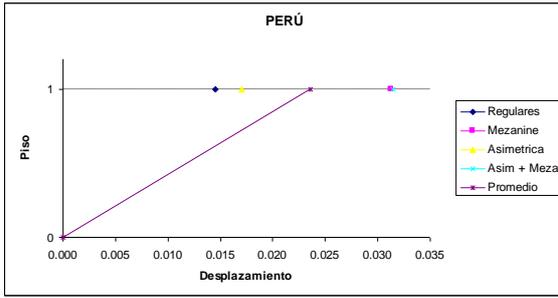
**Figura 4.112** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio SRSS



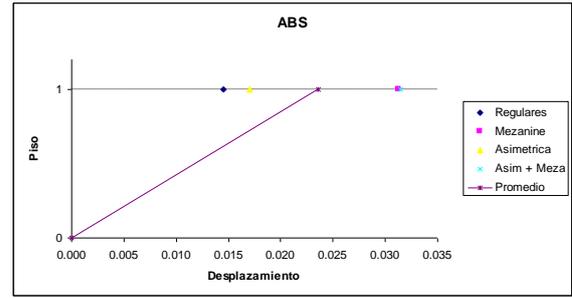
**Figura 4.111** Desplazamientos para estructuras de un piso – método Estático



**Figura 4.113** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 4.114** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 4.115** Desplazamientos para estructuras de un piso – criterio ABS

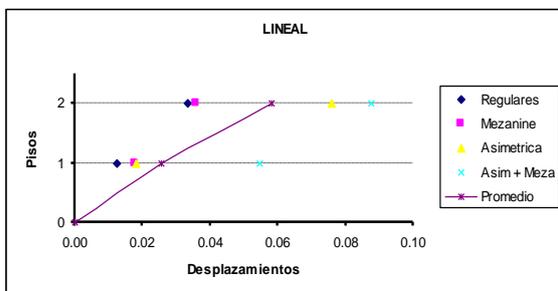
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 4.33 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

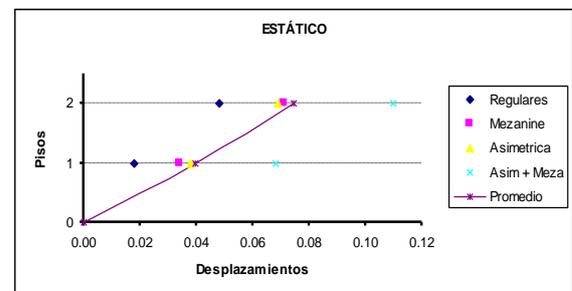
**Tabla 4.33** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – S4

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.01228	0.01800	0.01440	0.01921	0.01904	0.02073
	2	0.03333	0.04800	0.03910	0.05192	0.05128	0.05555
Mezanine	1	0.01776	0.03400	0.03554	0.03564	0.03586	0.03938
	2	0.03590	0.07100	0.07385	0.07417	0.07459	0.08211
Asimétrica	1	0.01817	0.03800	0.03847	0.03889	0.03954	0.04276
	2	0.07588	0.06900	0.07079	0.07183	0.07307	0.07990
Asim + Meza	1	0.05445	0.06800	0.04159	0.04205	0.04272	0.04609
	2	0.08762	0.11000	0.07430	0.07535	0.07658	0.08341
Promedio	1	0.02567	0.03950	0.03250	0.03395	0.03429	0.03724
	2	0.05818	0.07450	0.06451	0.06832	0.06888	0.07524

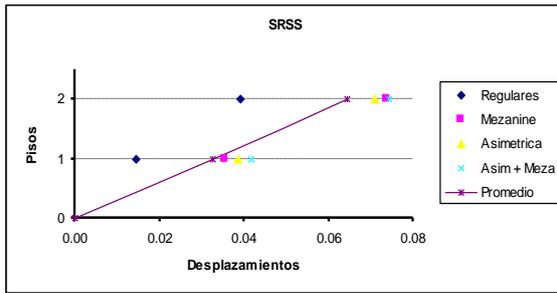
Las Figuras 4.116, 4.117, 4.118, 4.119, 4.120 y 4.121 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



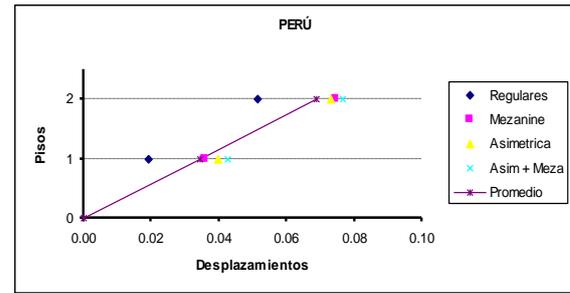
**Figura 4.116** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Lineal



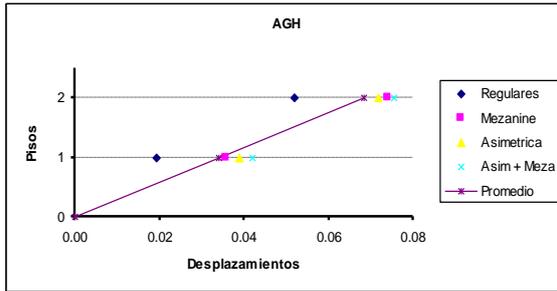
**Figura 4.117** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – método Estático



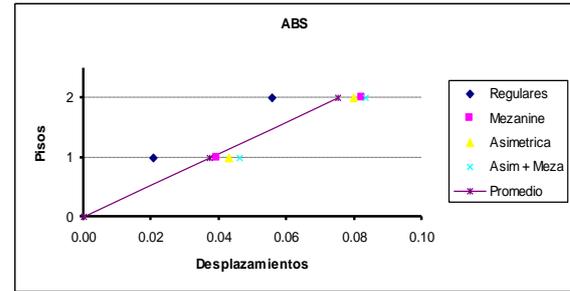
**Figura 4.118** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 4.120** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 4.119** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio AGH



**Figura 4.121** Desplazamientos para estructuras de dos pisos – criterio ABS

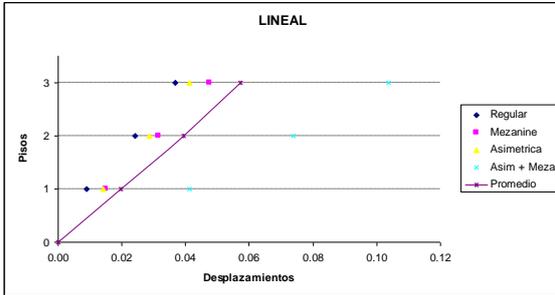
## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

La Tabla 4.34 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

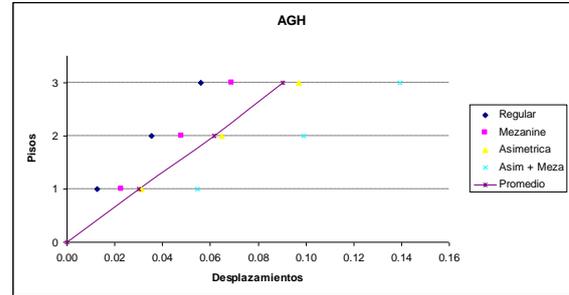
**Tabla 4.34** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – S4

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00886	0.01200	0.01253	0.01258	0.01239	0.01321
	2	0.02405	0.03300	0.03502	0.03523	0.03453	0.03649
	3	0.03677	0.05200	0.05557	0.05601	0.05493	0.05843
Mezanine	1	0.01508	0.02200	0.02261	0.02265	0.02249	0.02425
	2	0.03146	0.04600	0.04770	0.04783	0.04736	0.05086
	3	0.04756	0.06500	0.06865	0.06895	0.06838	0.07403
Asimétrica	1	0.01419	0.03200	0.03103	0.03103	0.03090	0.03384
	2	0.02862	0.06600	0.06480	0.06487	0.06419	0.06936
	3	0.04124	0.09600	0.09644	0.09694	0.09630	0.10620
Asim + Meza	1	0.04115	0.05700	0.05459	0.05461	0.05498	0.06011
	2	0.07366	0.10200	0.09885	0.09899	0.09939	0.10820
	3	0.10362	0.14000	0.13840	0.13920	0.14020	0.15580
Promedio	1	0.01982	0.03075	0.03019	0.03022	0.03019	0.03285
	2	0.03945	0.06175	0.06159	0.06173	0.06137	0.06623
	3	0.05730	0.08825	0.08977	0.09028	0.08995	0.09862

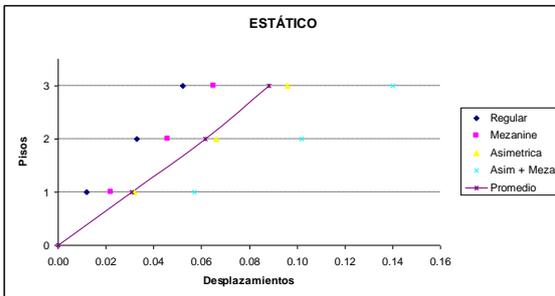
Las Figuras 4.122, 4.123, 4.124, 4.125, 4.126 y 4.127 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



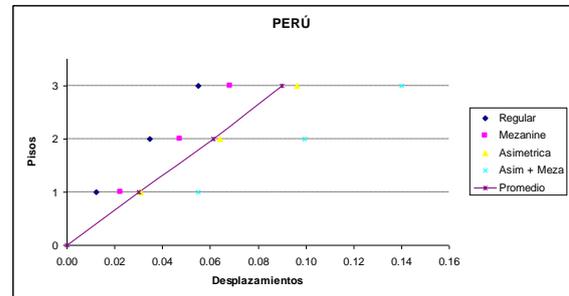
**Figura 4.122** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Lineal



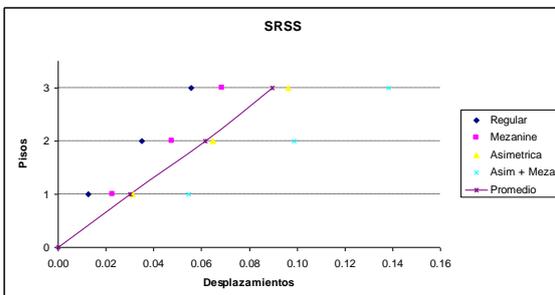
**Figura 4.125** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio AGH



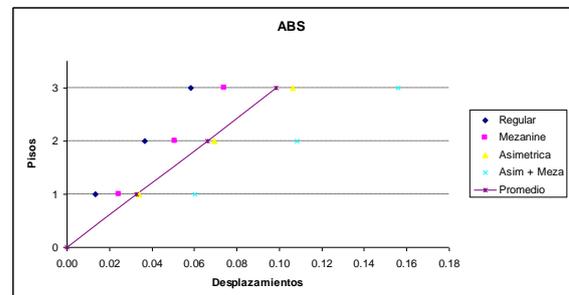
**Figura 4.123** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 4.126** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 4.124** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 4.127** Desplazamientos para estructuras de tres pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

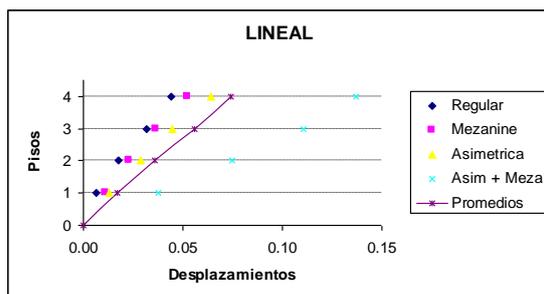
La Tabla 4.35 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.35** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – S4

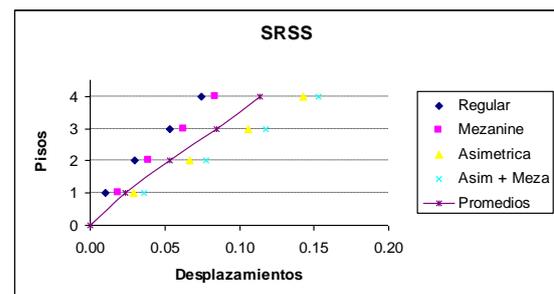
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00639	0.01000	0.01038	0.01045	0.01026	0.01091
	2	0.01790	0.02800	0.02963	0.02995	0.02912	0.03053
	3	0.03156	0.04900	0.05303	0.05380	0.05211	0.05461
	4	0.04396	0.06700	0.07485	0.07608	0.07382	0.07801

Mezanine	1	0.01127	0.01800	0.01871	0.01878	0.01861	0.02004
	2	0.02307	0.03700	0.03959	0.03986	0.03929	0.04204
	3	0.03630	0.05800	0.06274	0.06332	0.06237	0.06706
	4	0.05264	0.07700	0.08369	0.08459	0.08353	0.09071
Asimétrica	1	0.01280	0.02800	0.02902	0.02906	0.02885	0.03131
	2	0.02869	0.06400	0.06655	0.06678	0.06581	0.07043
	3	0.04444	0.10000	0.10590	0.10650	0.10490	0.11290
	4	0.06412	0.13200	0.14240	0.14360	0.14230	0.15640
Asim + Meza	1	0.03772	0.04800	0.03629	0.03635	0.03611	0.03926
	2	0.07496	0.09600	0.07745	0.07772	0.07683	0.08284
	3	0.11034	0.14300	0.11790	0.11860	0.11730	0.12740
	4	0.13689	0.18400	0.15270	0.15400	0.15310	0.16930
Promedios	1	0.01704	0.02600	0.02360	0.02366	0.02346	0.02538
	2	0.03615	0.05625	0.05331	0.05358	0.05276	0.05646
	3	0.05566	0.08750	0.08489	0.08556	0.08417	0.09049
	4	0.07440	0.11500	0.11341	0.11457	0.11319	0.12361

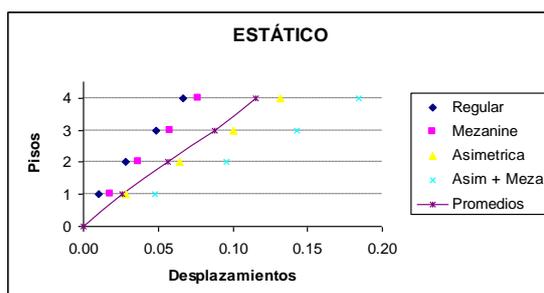
Las Figuras 4.128, 4.129, 4.130, 4.131, 4.132 y 4.133 indican de forma gráfica los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



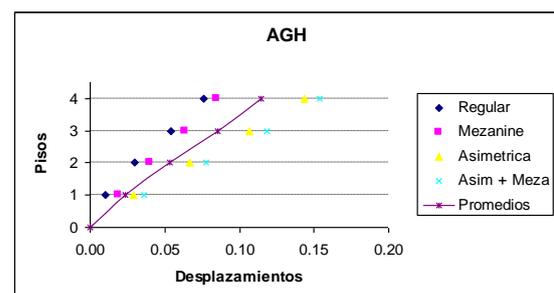
**Figura 4.128** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



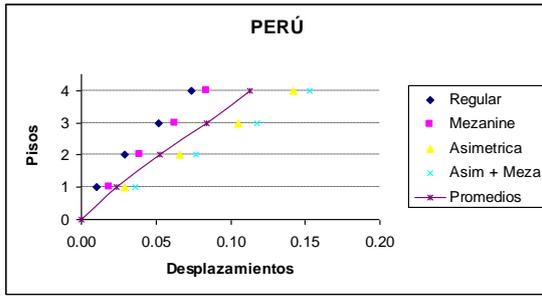
**Figura 4.130** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



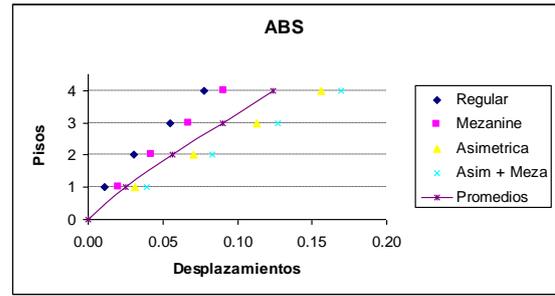
**Figura 4.129** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – método Estático



**Figura 4.131** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH



**Figura 4.132** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú



**Figura 4.133** Desplazamientos para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

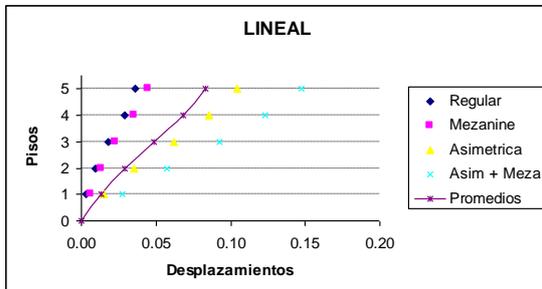
## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

La Tabla 4.36 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

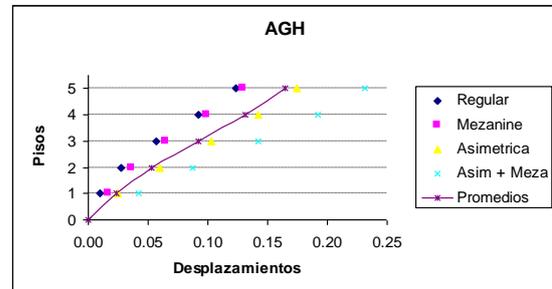
**Tabla 4.36** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – S4

Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00346	0.00900	0.00932	0.00940	0.00920	0.00967
	2	0.00934	0.02500	0.02728	0.02769	0.02668	0.02747
	3	0.01804	0.05100	0.05563	0.05684	0.05409	0.05498
	4	0.02877	0.08200	0.09022	0.09249	0.08781	0.08947
	5	0.03638	0.10900	0.12030	0.12350	0.11760	0.12090
Mezanine	1	0.00643	0.01600	0.01685	0.01695	0.01670	0.01771
	2	0.01320	0.03400	0.03610	0.03650	0.03554	0.03707
	3	0.02302	0.06000	0.06412	0.06514	0.06280	0.06473
	4	0.03490	0.09000	0.09766	0.09947	0.09582	0.09916
	5	0.04445	0.11600	0.12650	0.12900	0.12470	0.13040
Asimétrica	1	0.01463	0.02300	0.02457	0.02462	0.02436	0.02614
	2	0.03565	0.05600	0.05911	0.05935	0.05811	0.06106
	3	0.06167	0.09600	0.10200	0.10260	0.09980	0.10370
	4	0.08568	0.13100	0.14120	0.14230	0.13880	0.14580
	5	0.10454	0.15700	0.17280	0.17450	0.17130	0.18380
Asim + Meza	1	0.02750	0.04000	0.04178	0.04185	0.04153	0.04479
	2	0.05715	0.08400	0.08720	0.08750	0.08609	0.09131
	3	0.09225	0.13600	0.14170	0.14250	0.13950	0.14700
	4	0.12336	0.18200	0.19080	0.19200	0.18870	0.20100
	5	0.14731	0.22000	0.22980	0.23180	0.22920	0.24920
Promedios	1	0.01301	0.02200	0.02313	0.02321	0.02295	0.02458
	2	0.02883	0.04975	0.05242	0.05276	0.05161	0.05423
	3	0.04874	0.08575	0.09086	0.09177	0.08905	0.09260
	4	0.06818	0.12125	0.12997	0.13157	0.12778	0.13386
	5	0.08317	0.15050	0.16235	0.16470	0.16070	0.17108

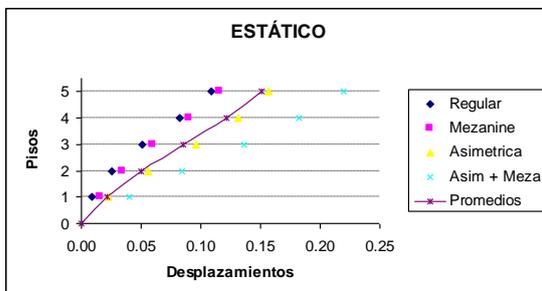
Las Figuras 4.134, 4.135, 4.136, 4.137, 4.138 y 4.139 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



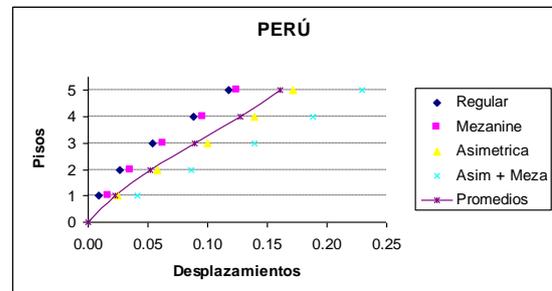
**Figura 4.134** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Lineal



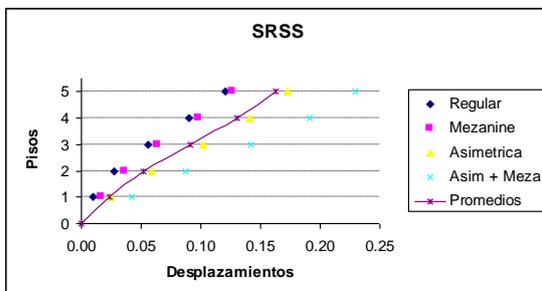
**Figura 4.137** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



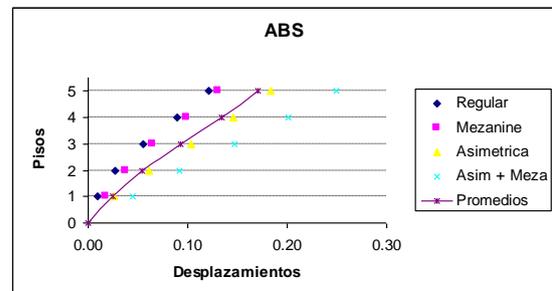
**Figura 4.135** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 4.138** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 4.136** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



**Figura 4.139** Desplazamientos para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

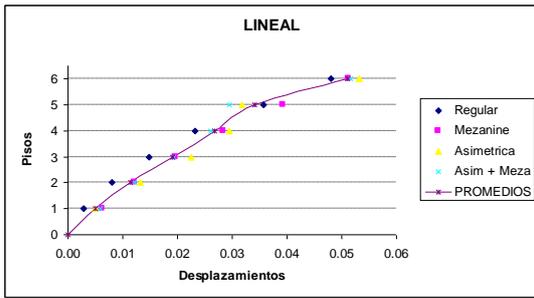
## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

La Tabla 4.37 muestra los valores de desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 4.37** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – S4

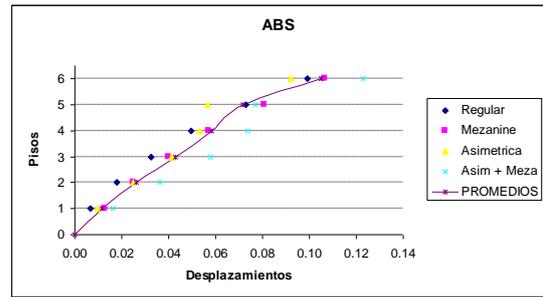
Caso	No Pisos	DESPLAZAMIENTOS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.00294	0.00600	0.00656	0.00660	0.00649	0.00687
	2	0.00799	0.01600	0.01779	0.01800	0.01743	0.01802
	3	0.01473	0.03000	0.03314	0.03378	0.03216	0.03257
	4	0.02314	0.04600	0.05124	0.05251	0.04951	0.04957
	5	0.03575	0.06600	0.07453	0.07646	0.07219	0.07285
	6	0.04807	0.08700	0.09930	0.10200	0.09679	0.09905
Mezanine	1	0.00618	0.01100	0.01222	0.01227	0.01214	0.01295
	2	0.01213	0.02200	0.02421	0.02443	0.02390	0.02509
	3	0.01971	0.03600	0.03936	0.03995	0.03861	0.03995
	4	0.02835	0.05200	0.05694	0.05799	0.05571	0.05729
	5	0.03936	0.07100	0.07916	0.08071	0.07773	0.08063
	6	0.05130	0.09200	0.10270	0.10470	0.10140	0.10670
Asimétrica	1	0.00492	0.00900	0.00928	0.00931	0.00921	0.00977
	2	0.01328	0.02300	0.02402	0.02411	0.02369	0.02482
	3	0.02258	0.04000	0.04039	0.04057	0.03975	0.04142
	4	0.02945	0.05700	0.05219	0.05241	0.05137	0.05353
	5	0.03180	0.07400	0.05508	0.05534	0.05429	0.05681
	6	0.05330	0.08600	0.08593	0.08650	0.08561	0.09194
Asim + Meza	1	0.00583	0.01400	0.01537	0.01540	0.01527	0.01629
	2	0.01207	0.03200	0.03491	0.03502	0.03454	0.03644
	3	0.01922	0.05300	0.05590	0.05609	0.05523	0.05806
	4	0.02606	0.07300	0.07076	0.07100	0.06996	0.07366
	5	0.02945	0.09200	0.07373	0.07399	0.07296	0.07702
	6	0.05163	0.10600	0.11320	0.11380	0.11330	0.12280
PROMEDIOS	1	0.00497	0.01000	0.01086	0.01089	0.01078	0.01147
	2	0.01137	0.02325	0.02523	0.02539	0.02489	0.02609
	3	0.01906	0.03975	0.04220	0.04260	0.04144	0.04300
	4	0.02675	0.05700	0.05778	0.05848	0.05664	0.05851
	5	0.03409	0.07575	0.07063	0.07163	0.06929	0.07183
	6	0.05107	0.09275	0.10028	0.10175	0.09928	0.10512

Las Figuras 4.140, 4.141, 4.142, 4.143, 4.144 y 4.145 indican de una forma gráfica los valores de los desplazamientos obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.

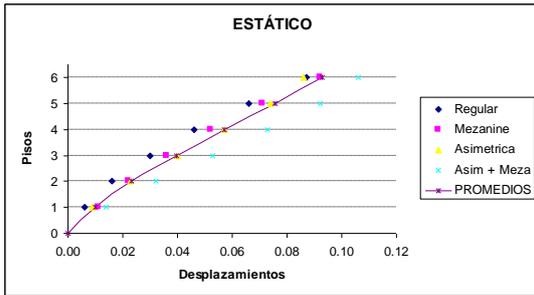


**Figura 4.140** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Lineal

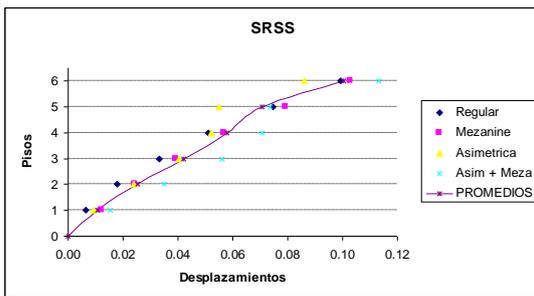
**Figura 4.144** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio Perú



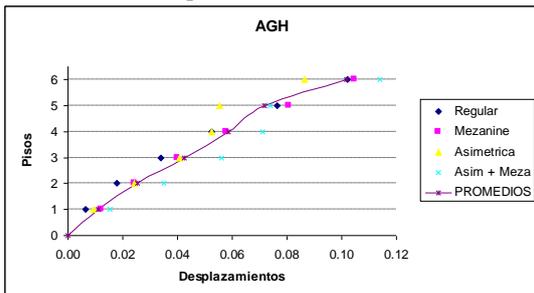
**Figura 4.145** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio ABS



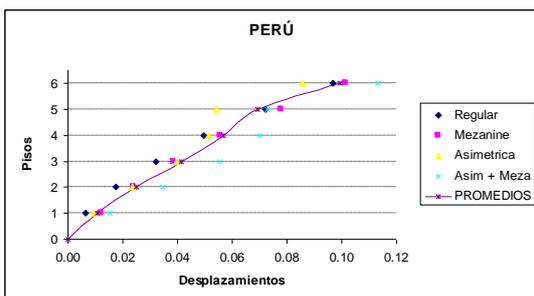
**Figura 4.141** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – método Estático



**Figura 4.142** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio SRSS



**Figura 4.143** Desplazamientos para estructuras de seis pisos – criterio AGH





#### 4.14 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

Se realiza una comparación con los promedios de los resultados obtenidos con los criterios utilizados en el análisis de estructuras de 1 a 6 pisos en los cuatro tipos de suelo estipulados en el CEC-2000.

#### ESTRUCTURAS DE UN PISO

Las Figuras 4.146, 4.147, 4.148, 4.149 muestran la comparación realizada en estructuras de un piso para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

#### SUELO S1

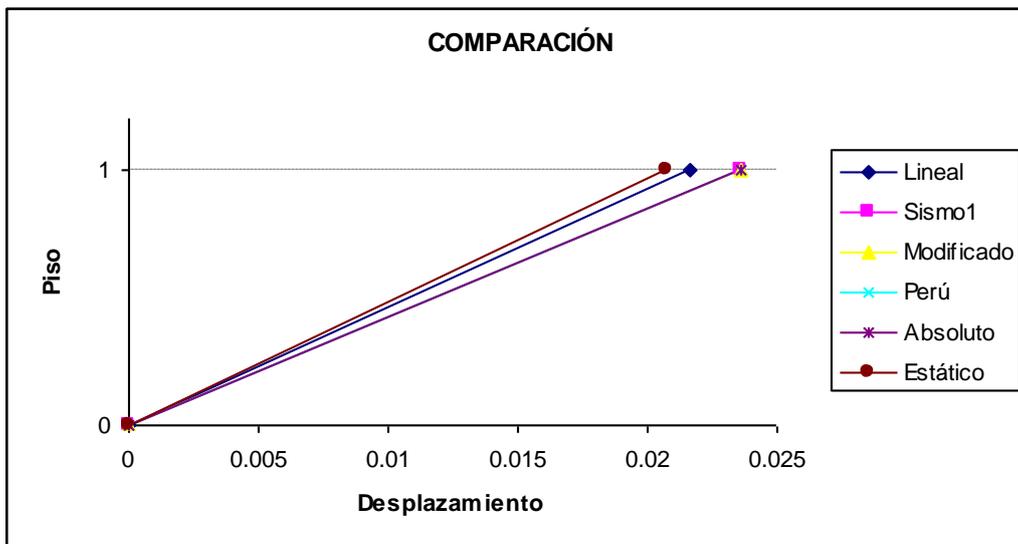


Figura 4.146 Desplazamientos para estructuras de un piso – S1

#### SUELO S2

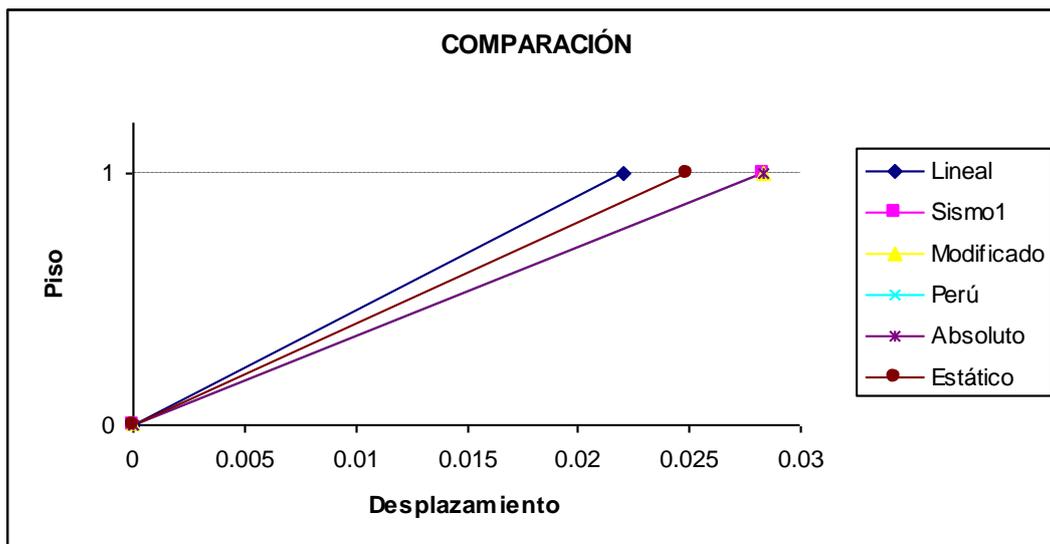


Figura 4.147 Desplazamientos para estructuras de un piso – S2

### SUELO S3

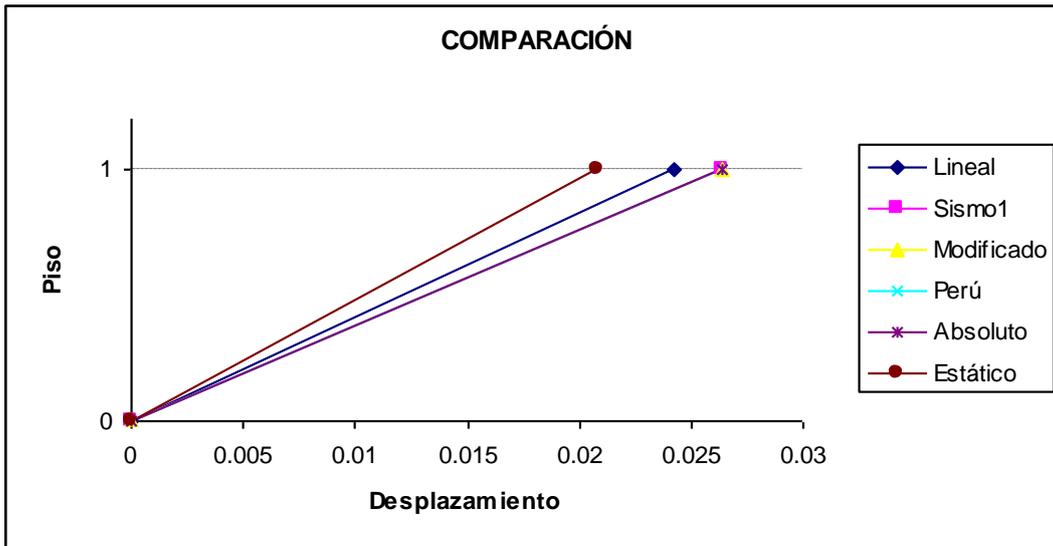


Figura 4.148 Desplazamientos para estructuras de un piso – S3

### SUELO S4

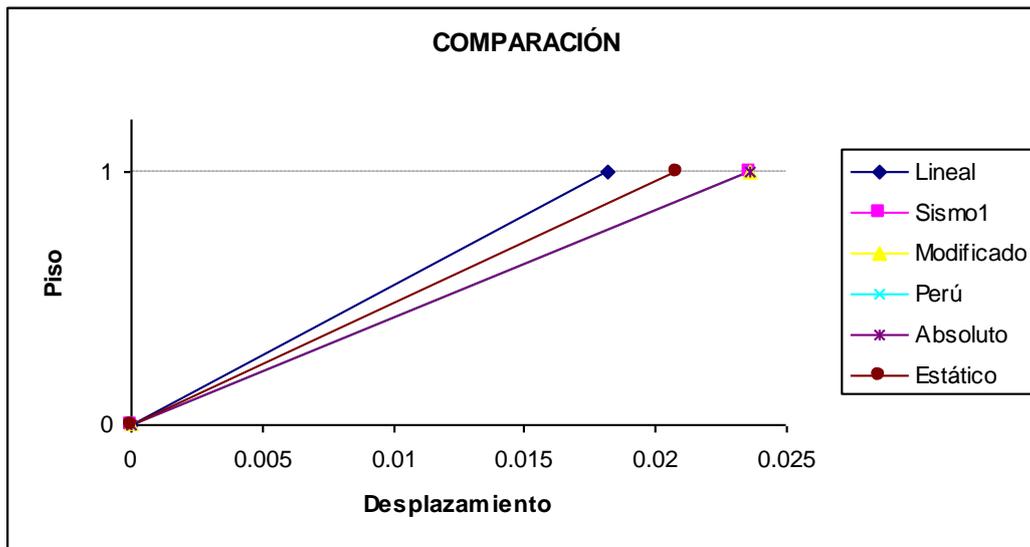


Figura 4.149 Desplazamientos para estructuras de un piso – S4

Debido a que para las estructuras de un piso se consideró un solo modo de vibrar, se puede observar que todos los criterios de combinación modal coinciden, ya que todos consideran a este modo como el fundamental.

## DOS PISOS

Las Figuras 4.150, 4.151, 4.152, 4.153 muestran la comparación realizada en estructuras de dos pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

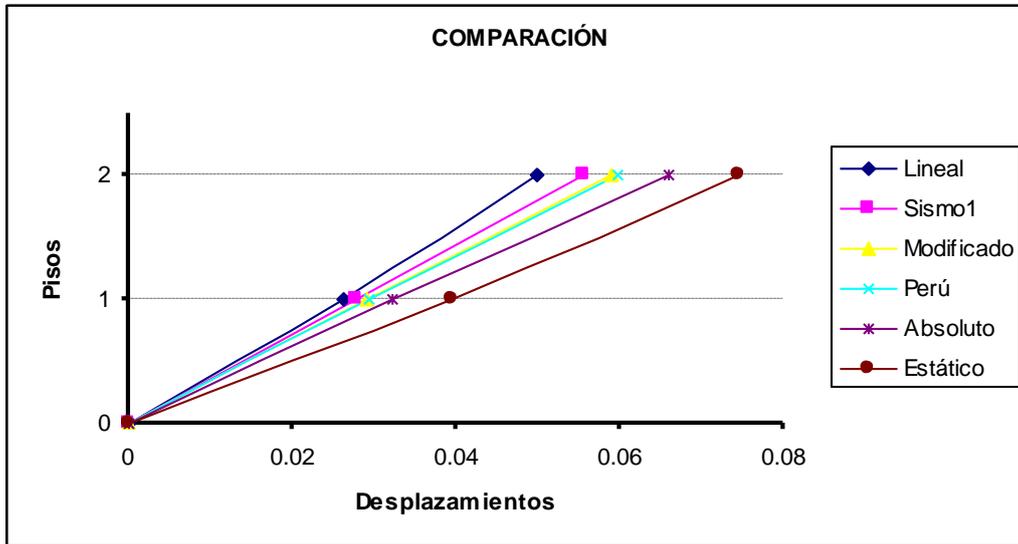


Figura 4.150 Desplazamientos para estructuras de dos piso –S1

### SUELO S2

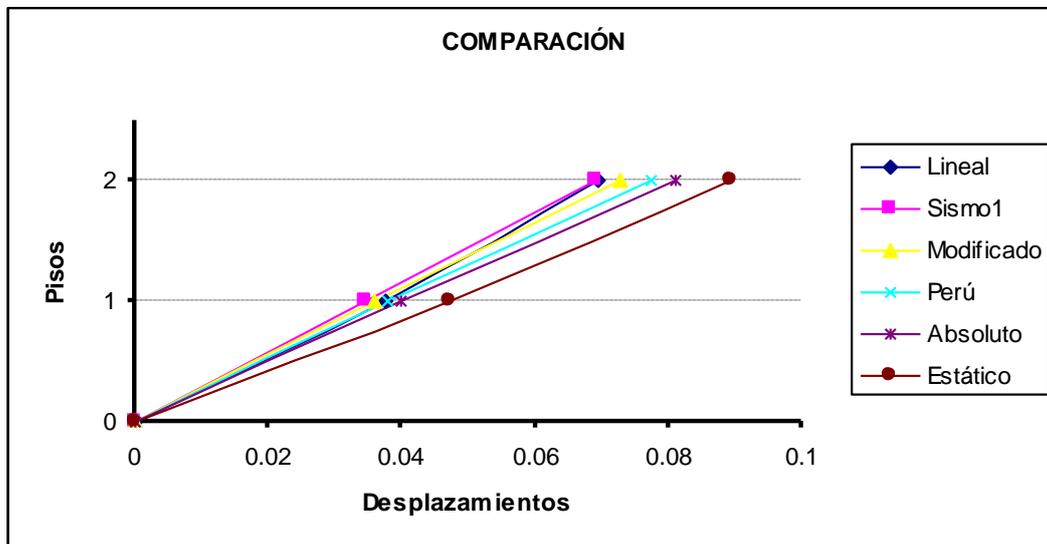


Figura 4.151 Desplazamientos para estructuras de dos piso – S2

### SUELO S3

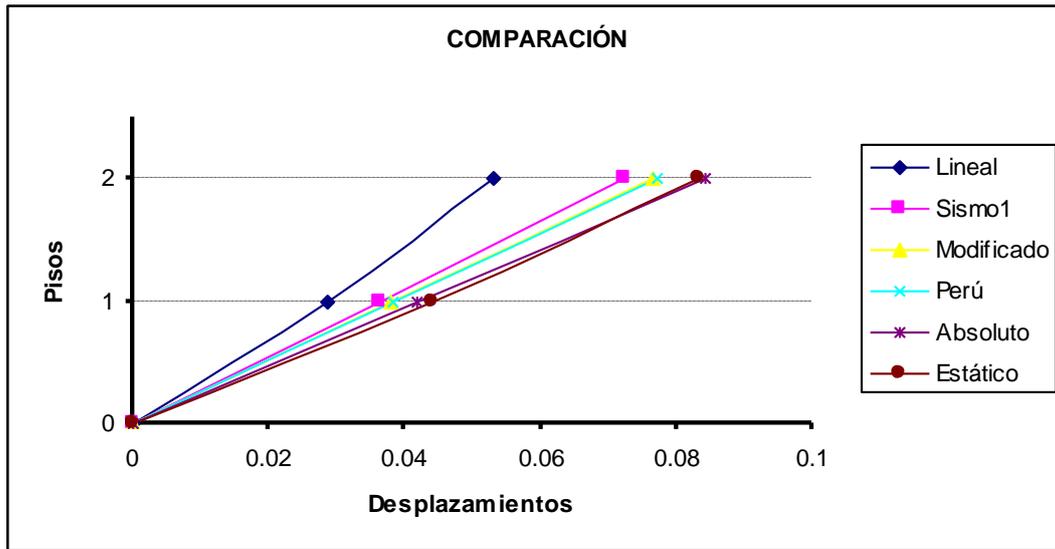


Figura 4.152 Desplazamientos para estructuras de dos piso – S3

### SUELO S4

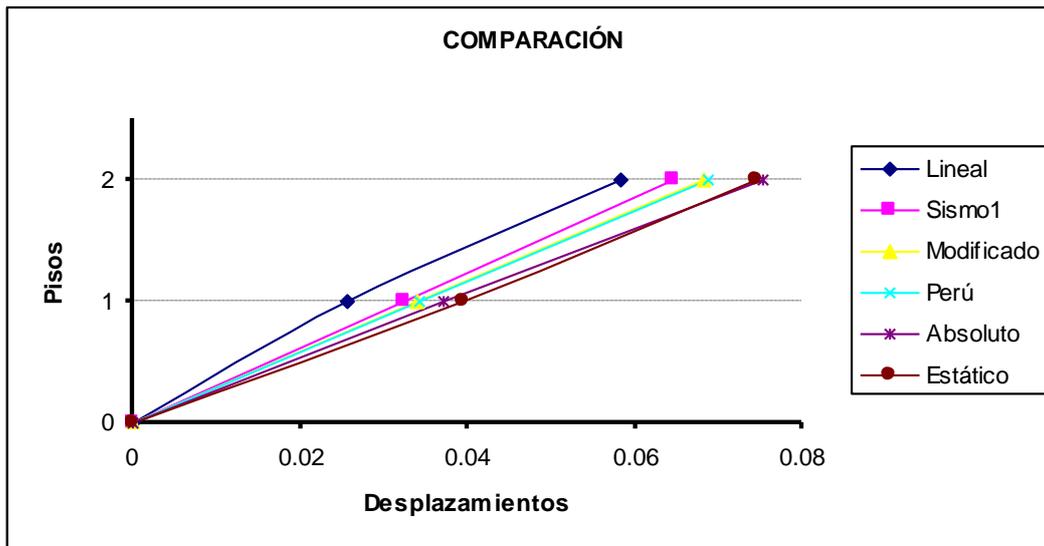


Figura 4.153 Desplazamientos para estructuras de dos piso – S4

Para las estructuras de dos pisos ya se puede observar claramente que los límites para los casos de análisis de los métodos de superposición modal inferior y superior son los criterios del valor máximo probable y de valor absoluto respectivamente.

## TRES PISOS

Las Figuras 4.154, 4.155, 4.156, 4.157 muestran la comparación realizada en estructuras de tres pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

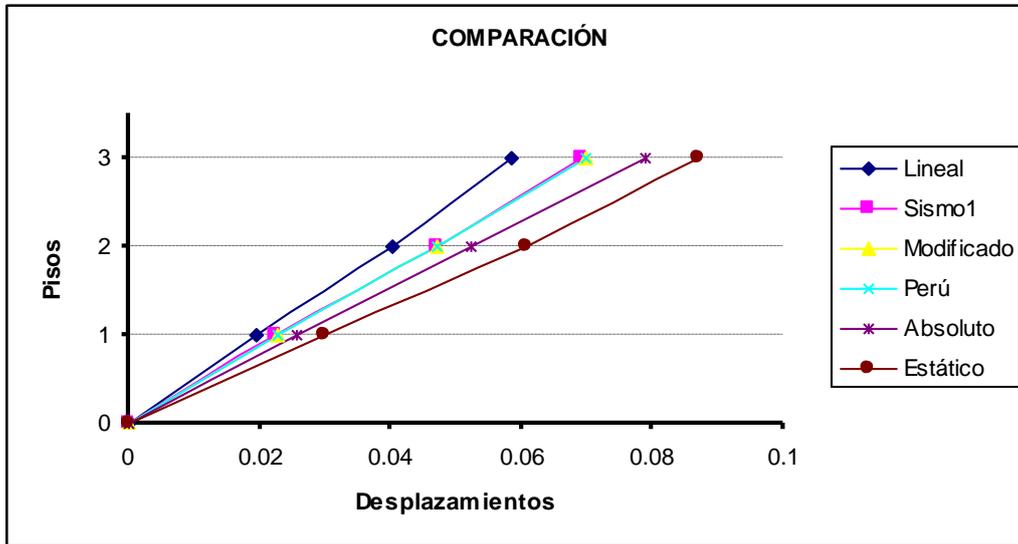


Figura 4.154 Desplazamientos para estructuras de tres piso – S1

### SUELO S2

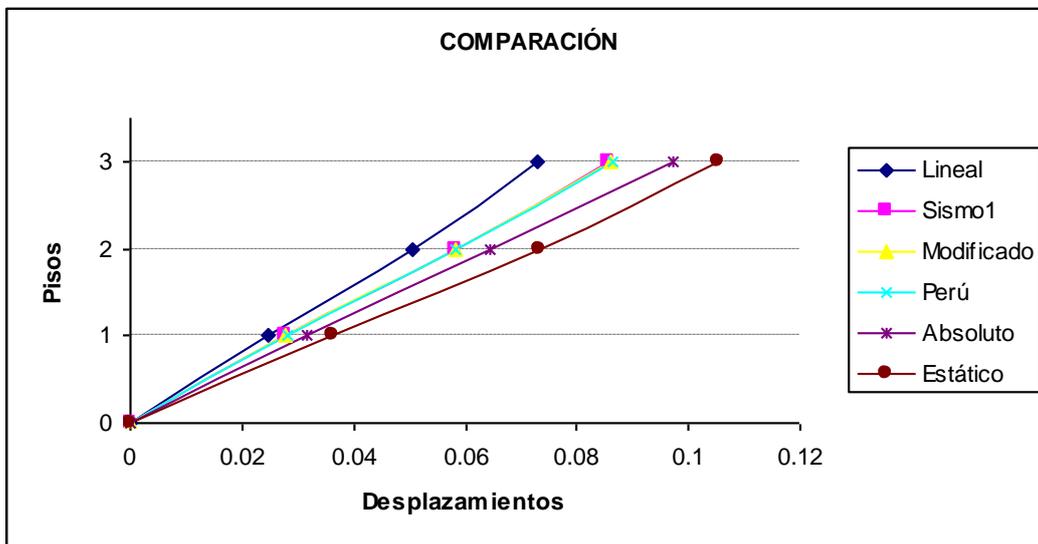


Figura 4.155 Desplazamientos para estructuras de tres piso – S2

### SUELO S3

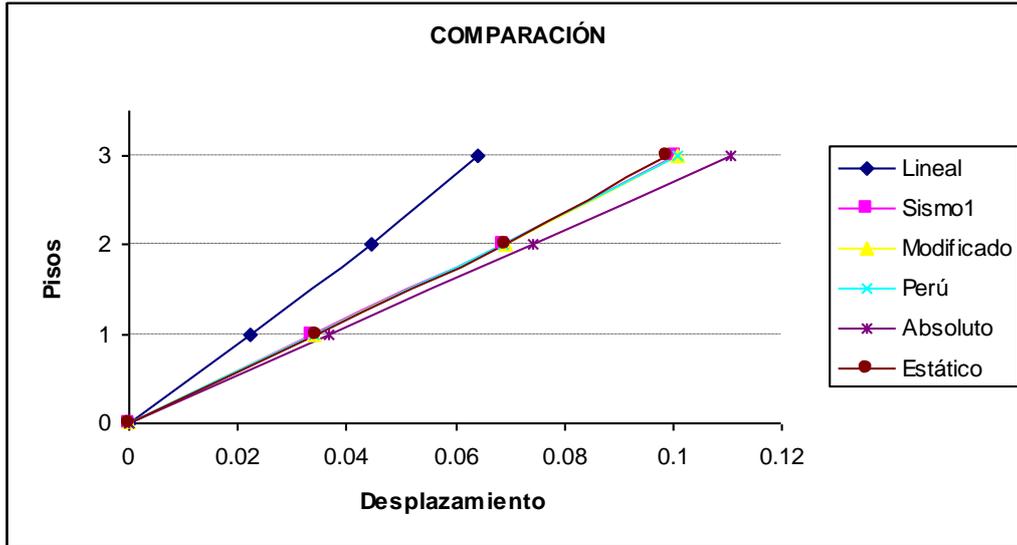


Figura 4.156 Desplazamientos para estructuras de tres piso – S3

### SUELO S4

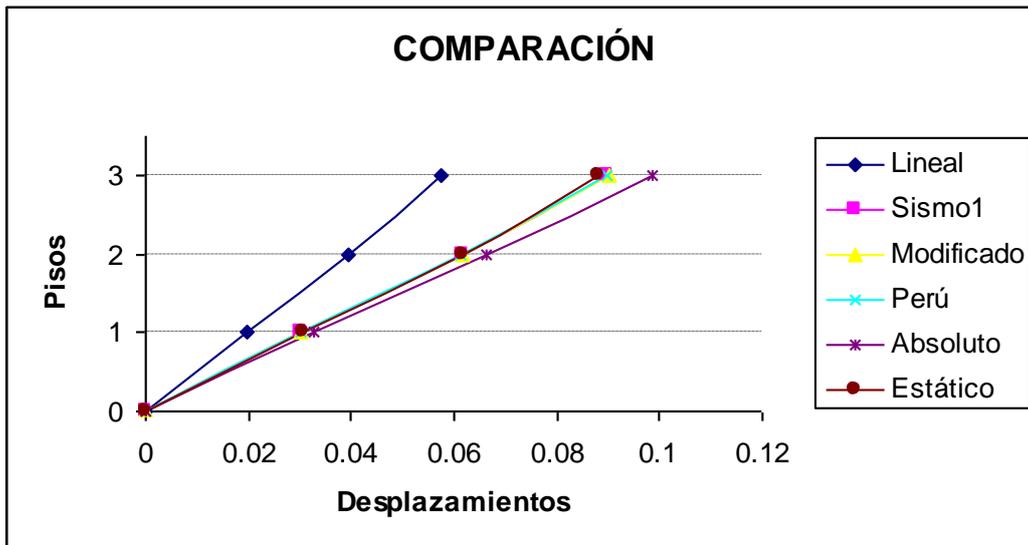


Figura 4.157 Desplazamientos para estructuras de tres piso – S4

Se aprecia una similitud entre los criterios de valor máximo probable, AGH y la norma técnica de Perú pero el criterio de valor absoluto sigue siendo el límite superior.

## CUATRO PISOS

Las Figuras 4.158, 4.159, 4.160, 4.161 muestran la comparación realizada en estructuras de cuatro pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

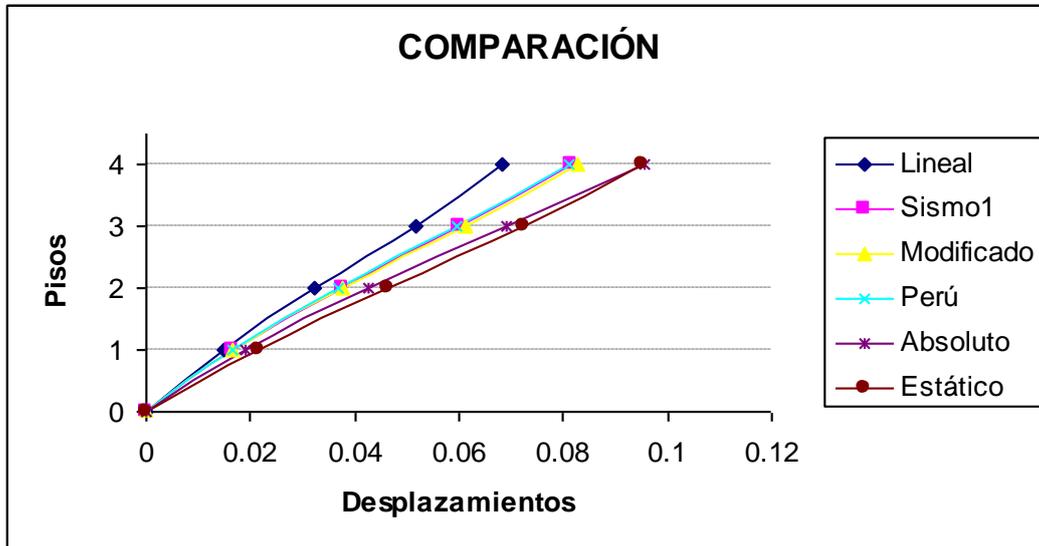


Figura 4.158 Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S1

### SUELO S2

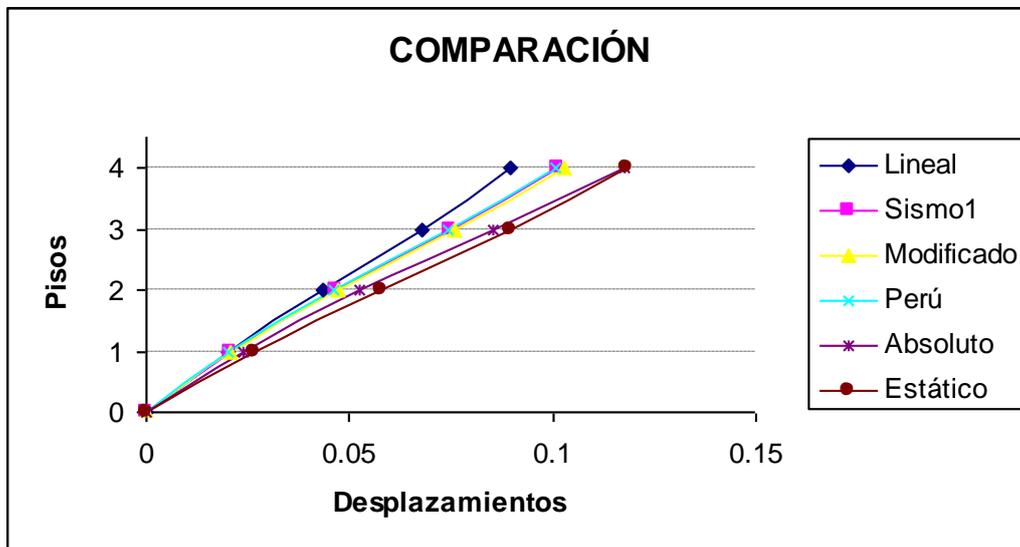


Figura 4.159 Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S2

### SUELO S3

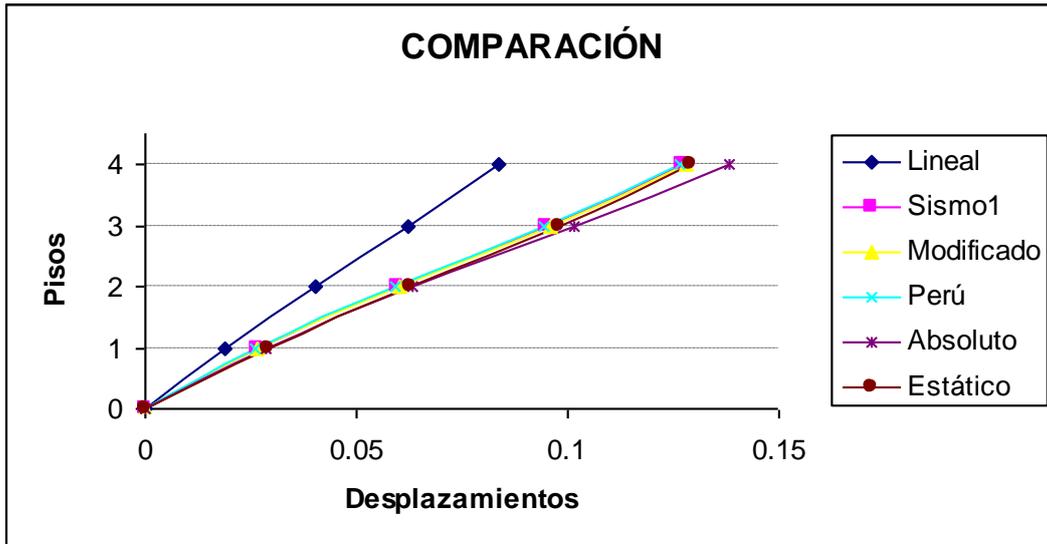


Figura 4.160 Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S3

### SUELO S4

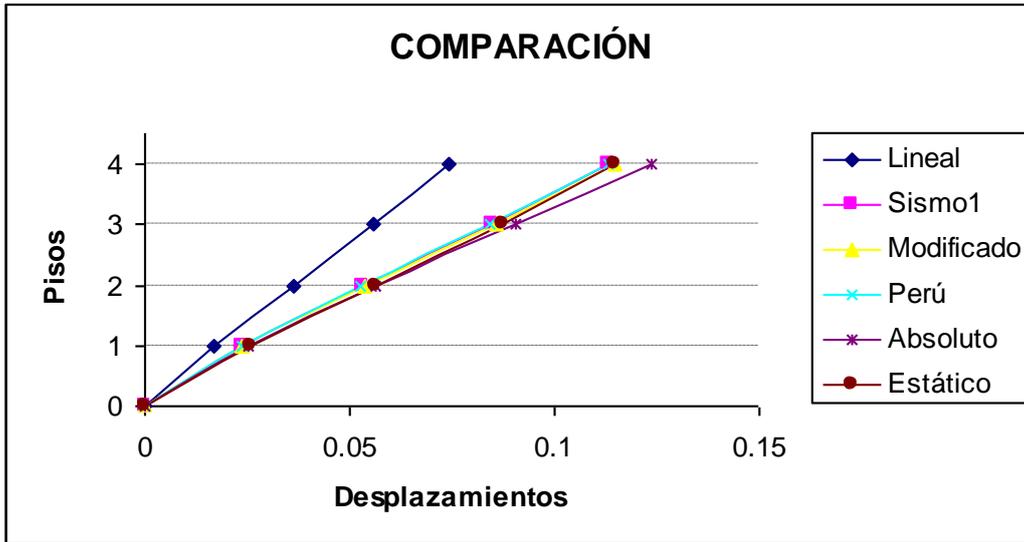


Figura 4.161 Desplazamientos para estructuras de cuatro piso – S4

De igual manera que en las anteriores estructuras los tres criterios se asemejan mucho mientras el criterio de valor absoluto sigue siendo el extremo superior.

## CINCO PISOS

Las Figuras 4.162, 4.163, 4.164, 4.165 muestran la comparación realizada en estructuras de cinco pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

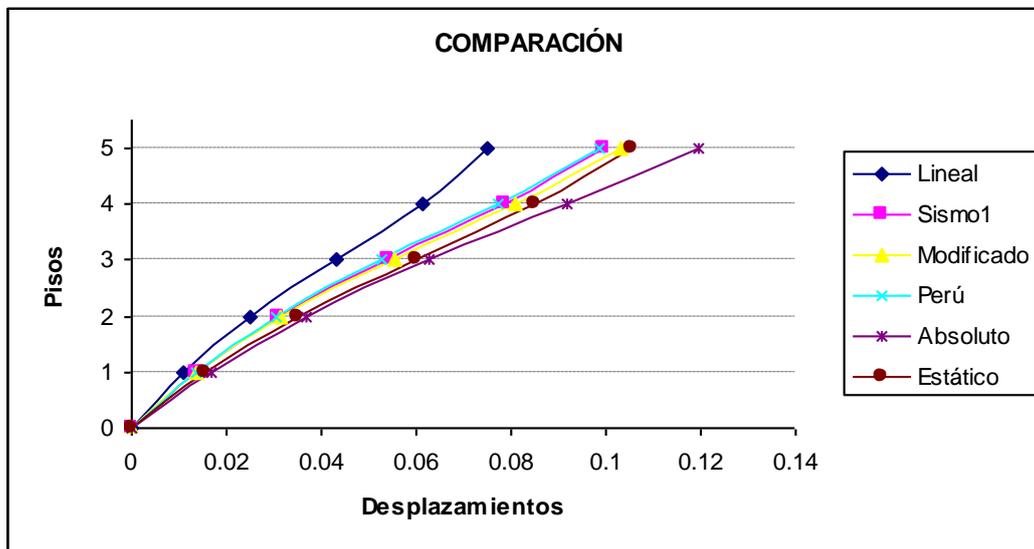


Figura 4.162 Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S1

### SUELO S2

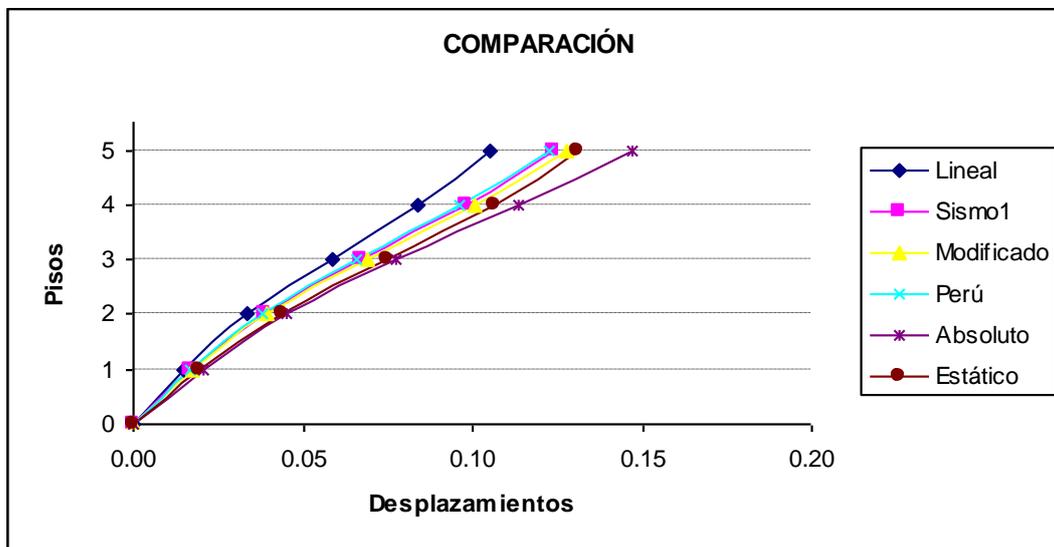


Figura 4.163 Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S2

### SUELO S3

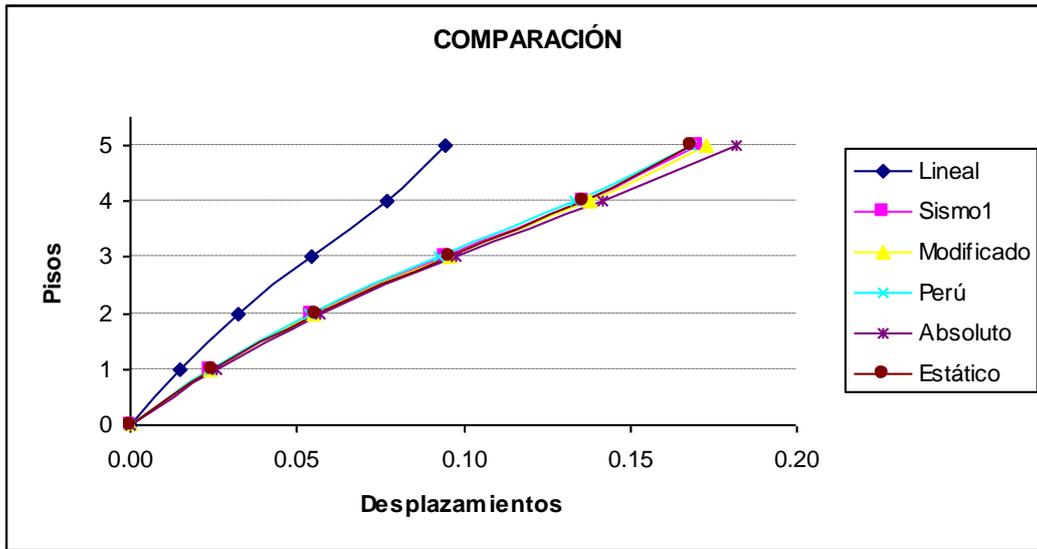


Figura 4.164 Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S3

### SUELO S4

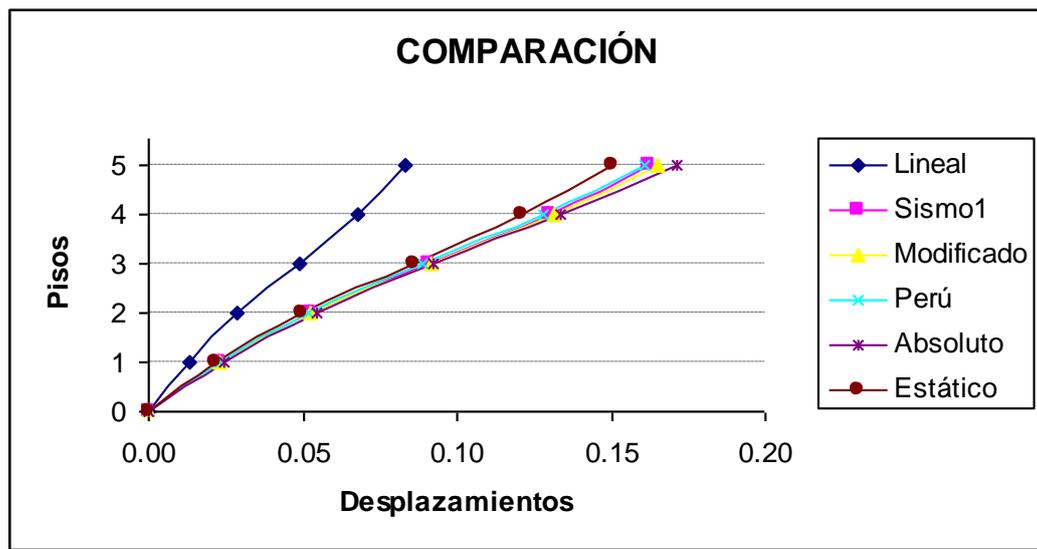


Figura 4.165 Desplazamientos para estructuras de cinco piso – S4

Se puede apreciar un pequeño distanciamiento del criterio propuesto por AGH con referencia a las estructuras anteriores.

## SEIS PISOS

Las Figuras 4.166, 4.167, 4.168, 4.169 muestran la comparación realizada en estructuras de seis pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

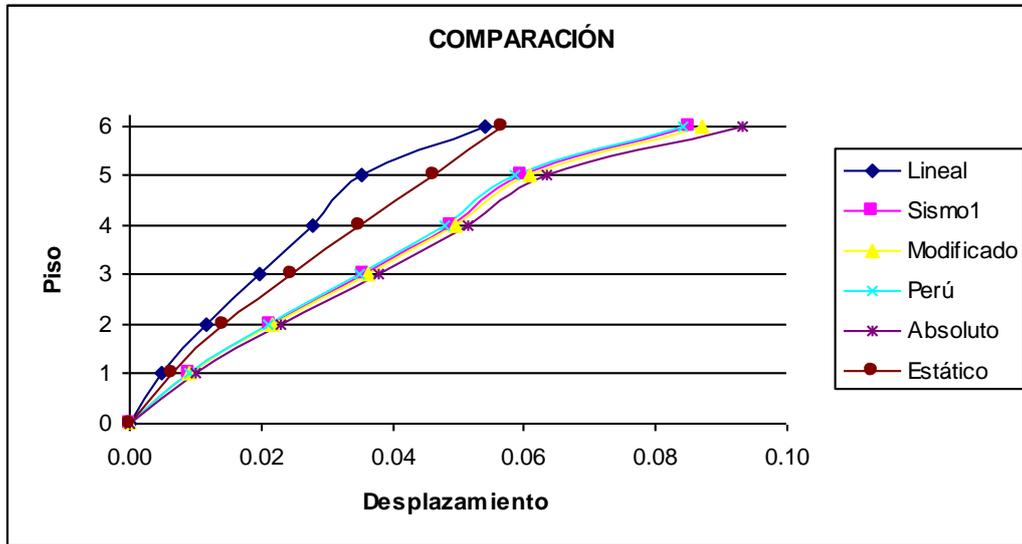


Figura 4.166 Desplazamientos para estructuras de seis piso – S1

### SUELO S2

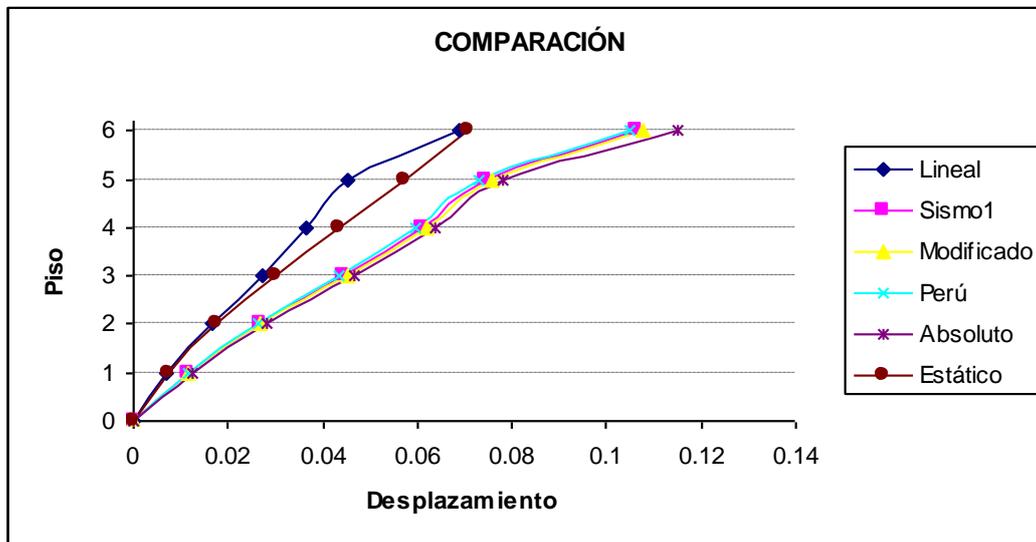


Figura 4.167 Desplazamientos para estructuras de seis piso – S2

### SUELO S3

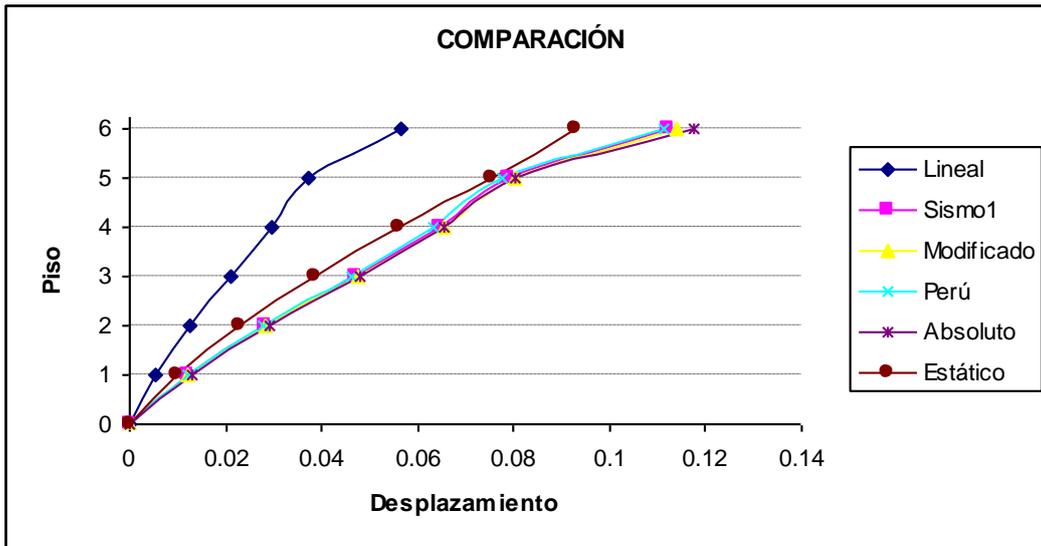


Figura 4.168 Desplazamientos para estructuras de seis piso – S3

### SUELO S4

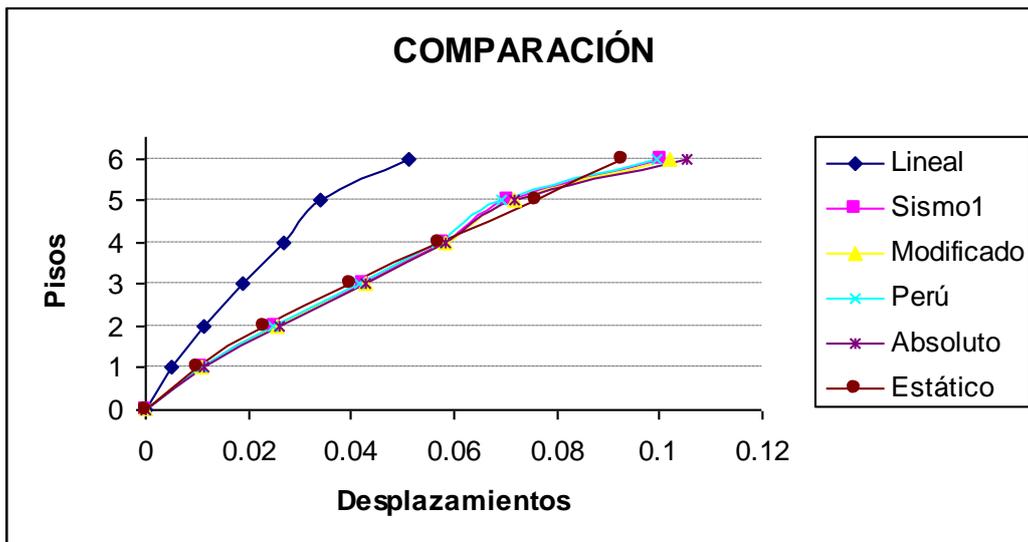


Figura 4.169 Desplazamientos para estructuras de seis piso – S4

Es menos apreciable la diferencia entre los distintos criterios de combinación modal.

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DEL CORTANTE BASAL**

#### **RESUMEN**

En el presente capítulo, se realiza el análisis de la variación del cortante basal en las estructuras de 1 a 6 pisos calculados con los diferentes criterios.

Además, se explica con una estructura de 6 pisos el procedimiento que se realiza para llegar a la comparación final de dichos cortantes, previamente clasificados por tipo de suelo y posteriormente por número de pisos de las estructuras.

## 5.8 INTRODUCCIÓN

De igual manera que en el análisis de los desplazamientos se procede en el análisis del cortante basal de las estructuras, con el objetivo de determinar el método que de mejor manera se acerca a la respuesta sísmica.

## 5.9 RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS EN SUELO S1

Se presenta con detenimiento los resultados obtenidos para las estructuras de 6 pisos denominadas regulares para el perfil de suelo S1, para identificar el procedimiento que se siguió con las demás estructuras hasta la comparación final.

### 5.9.1 METODO LINEAL

Los valores obtenidos a partir del análisis lineal se indican en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1** Cortante basal para estructuras regulares de 6 pisos – método Lineal

SISMO	PISOS	Vo
1s1	1	100.079
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
2s1	1	108.347
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
3s1	1	124.391
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
4s1	1	103.922
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
5s1	1	104.153
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
6s1	1	105.427

	2 3 4 5 6	
7s1	1 2 3 4 5 6	101.924

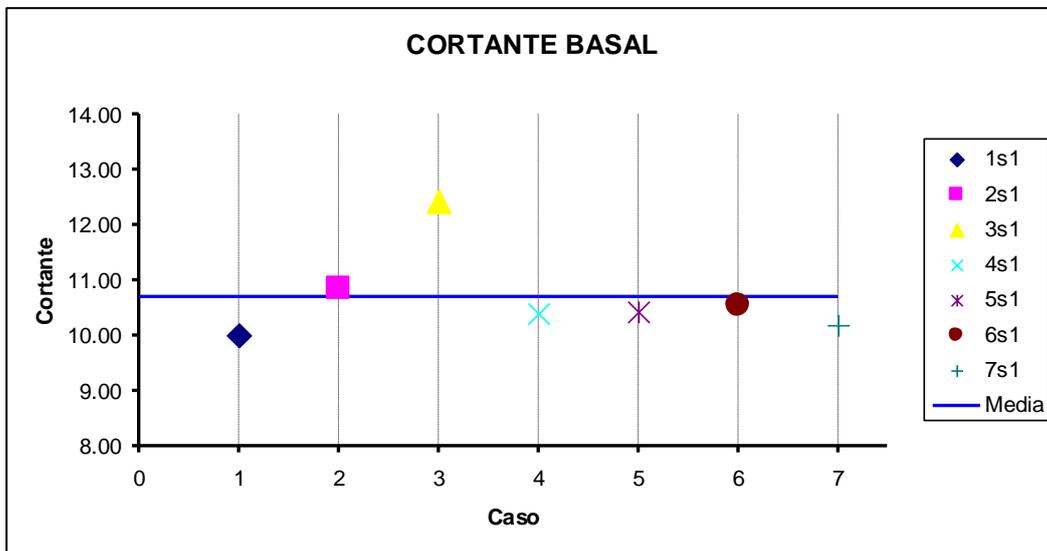
Para realizar una comparación con el resto de criterios utilizados en el análisis se calcula el promedio del cortante basal máximo obtenido con cada acelerograma y se lo lleva al rango inelástico como se indica en la Tabla 5.2

**Tabla 5.2** Cortante basal promedio para estructuras regulares de 6 pisos – método lineal

SISMO	PISOS	Vo	Prom Vo
1s1	1 2 3 4 5 6	100.079	10.689
2s1	1 2 3 4 5 6	108.347	
3s1	1 2 3 4 5 6	124.391	
4s1	1 2 3 4 5 6	103.922	
5s1	1 2 3 4 5 6	104.153	
6s1	1	105.427	

	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
7s1	1	101.924
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	

Para entender de una mejor manera la Figura 5.1 indica los siete valores del cortante basal obtenidos con los acelerogramas en suelo perfil S1 y el promedio de los mismos para el caso de una estructura de seis pisos clasificada como regular.



**Figura 5.1** Cortante Basal para estructuras de seis pisos regulares – método lineal

De igual manera se procedió para el resto de estructuras cuyo cortante basal medio es el que se detalla en la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3** Cortante Basal para estructuras de seis pisos – método lineal

Seis Pisos			
Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
10.689	11.020	12.415	11.444

## 5.9.2 METODO ESTÁTICO

Para la obtención del cortante basal estático se utiliza el método 1 explicado en el capítulo anterior con la observación que se realizó del incremento del 30% en el período fundamental de las estructuras.

Los valores obtenidos para estructuras de seis pisos regulares en suelo perfil S1 son los que se indican en la Tabla 5.4

**Tabla 5.4** Cortante basal estático para estructuras regulares de 6 pisos

TIPO	PISOS	MASA	MASA TOTAL	MT REACTIVA	PESO REACTIVO	Vo Diseño
Regular	1	2.8699	15.306	14.158	138.749	8.354
	2	2.8699				
	3	2.4872				
	4	2.4872				
	5	2.2959				
	6	2.2959				

De la misma manera se realizó para el resto de estructuras cuyos valores de cortante basal se indican en la Tabla 5.5.

**Tabla 5.5** Cortante basal estático para estructuras de 6 pisos

TIPO	PISOS	MASA	MASA TOTAL	MT REACTIVA	PESO REACTIVO	Vo Diseño
Regular	1	2.8699	15.306	14.158	138.749	8.354
	2	2.8699				
	3	2.4872				
	4	2.4872				
	5	2.2959				
	6	2.2959				
Mezanine	1	2.8699	15.306	14.158	138.749	8.022
	2	2.8699				
	3	2.4872				
	4	2.4872				
	5	2.2959				
	6	2.2959				
Asimétrica	1	3.0995	16.117	14.878	145.800	9.680
	2	3.0995				
	3	2.6862				
	4	2.6862				
	5	2.6862				
	6	1.8597				
Asim+Meza	1	3.0995	16.117	14.878	145.800	8.778
	2	3.0995				
	3	2.6862				
	4	2.6862				
	5	2.6862				
	6	1.8597				

### 5.9.3 CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE

Los criterios de combinación modal utilizados para el análisis son aplicados a las cuatro configuraciones de las estructuras para luego calcular el promedio de los valores obtenidos y compararlos.

La Tabla 5.6 indica los valores del cortante basal obtenidos con el criterio del valor máximo probable para estructuras de seis pisos en suelo perfil S1.

**Tabla 5.6** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio SRSS

Seis Pisos			
Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
8.987	9.216	11.759	10.338

### 5.9.4 CRITERIO VALOR ABSOLUTO

La Tabla 5.7 indica los valores del cortante basal obtenidos con el criterio del valor absoluto para estructuras de seis pisos en suelo perfil S1.

**Tabla 5.7** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio ABS

Seis Pisos			
Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
13.603	13.082	15.091	13.313

### 5.9.5 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ

La Tabla 5.8 indica los valores del cortante basal obtenidos con el criterio propuesto por el Ing. Gómez para estructuras de seis pisos en suelo perfil S1.

**Tabla 5.8** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio AGH

Seis Pisos			
Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
8.639	8.893	11.729	10.302

### 5.9.6 CRITERIO NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003

La Tabla 5.9 indica los valores del cortante basal obtenidos con el criterio utilizado por la norma técnica del Perú para estructuras de seis pisos en suelo perfil S1.

**Tabla 5.9** Cortante basal para estructuras de 6 pisos – criterio Perú

Seis Pisos			
Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
10.141	10.183	12.592	11.082

### 5.10 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1

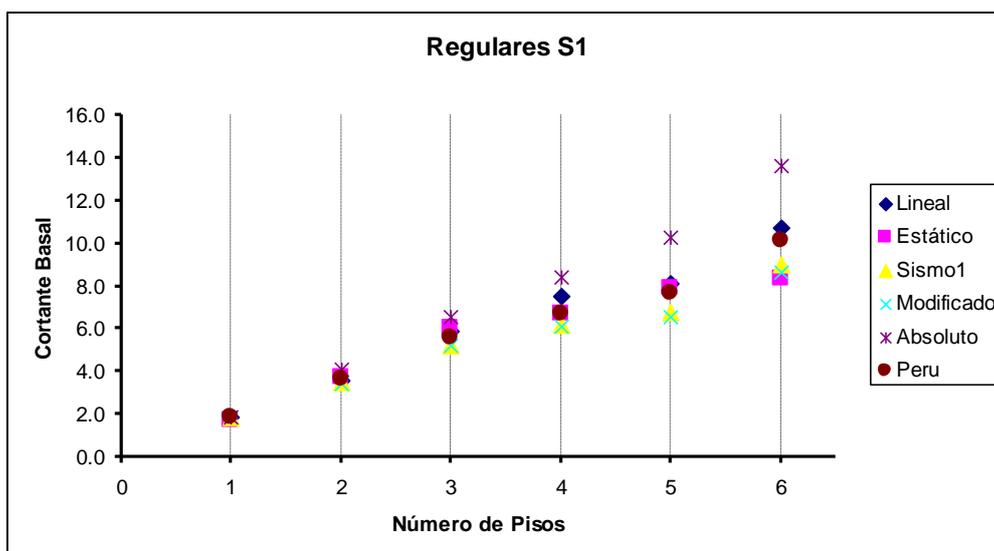
Se determina los promedios del cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis con cada criterio para el perfil de suelo con el que se trabajó.

La Tabla 5.10 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como regulares en suelo perfil S1.

**Tabla 5.10** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S1

<b>Suelo S1</b>			
<b>Un Piso</b>		<b>Cuatro Pisos</b>	
<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>	<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>
Lineal	1.8482	Lineal	7.5338
Estático	1.6875	Estático	6.7320
Sismo1	1.8750	Sismo1	6.1643
Modificado	1.8750	Modificado	6.1071
Absoluto	1.8750	Absoluto	8.4105
Perú	1.8750	Perú	6.7259
<b>Dos Pisos</b>		<b>Cinco Pisos</b>	
<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>	<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>
Lineal	3.5665	Lineal	8.1078
Estático	3.7500	Estático	7.8950
Sismo1	3.4745	Sismo1	6.7917
Modificado	3.4483	Modificado	6.5173
Absoluto	4.1250	Absoluto	10.2672
Perú	3.6175	Perú	7.6606
<b>Tres Pisos</b>		<b>Seis Pisos</b>	
<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>	<b>Caso</b>	<b>Vo Calculado</b>
Lineal	5.8571	Lineal	10.6892
Estático	6.0000	Estático	8.3540
Sismo1	5.2142	Sismo1	8.9869
Modificado	5.2287	Modificado	8.6387
Absoluto	6.5625	Absoluto	13.6029
Perú	5.5513	Perú	10.1409

La Figura 5.2 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como regulares para suelo perfil S1.



**Figura 5.2** Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S1

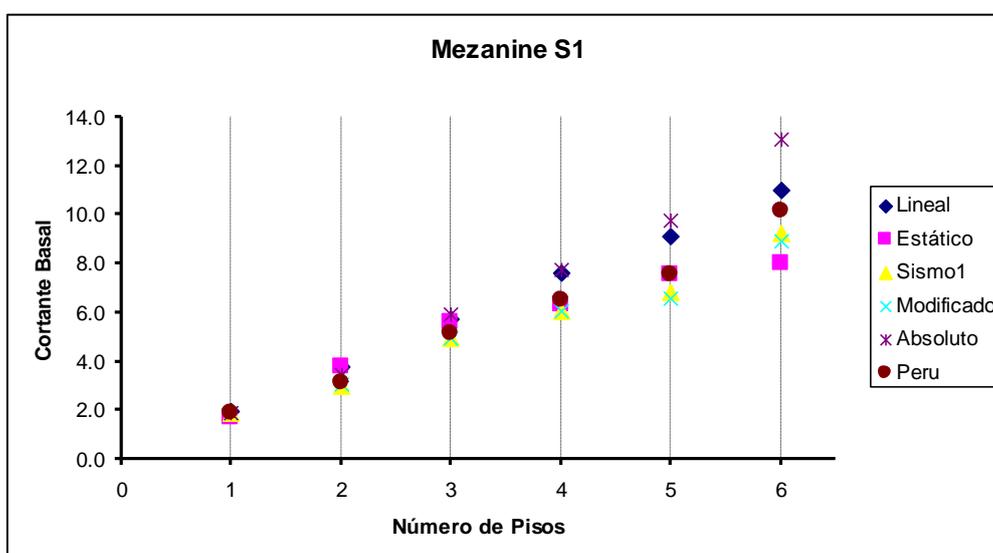
La Tabla 5.11 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como mezanine en suelo perfil S1.

**Tabla 5.11** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S1

Suelo S1			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.9330	Lineal	7.5960
Estático	1.6875	Estático	6.3400
Sismo1	1.8750	Sismo1	6.0544
Modificado	1.8750	Modificado	6.0235
Absoluto	1.8750	Absoluto	7.7769
Perú	1.8750	Perú	6.4850
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.7904	Lineal	9.0860
Estático	3.7500	Estático	7.5220
Sismo1	3.0186	Sismo1	6.8528
Modificado	3.0598	Modificado	6.5939
Absoluto	3.4755	Absoluto	9.7441
Perú	3.1329	Perú	7.5756

Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.7380	Lineal	11.0200
Estático	5.6140	Estático	8.0220
Sismo1	4.9345	Sismo1	9.2164
Modificado	4.9602	Modificado	8.8933
Absoluto	5.9021	Absoluto	13.0819
Perú	5.1764	Perú	10.1828

La Figura 5.3 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como mezanine para suelo perfil S1.



**Figura 5.3** Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S1

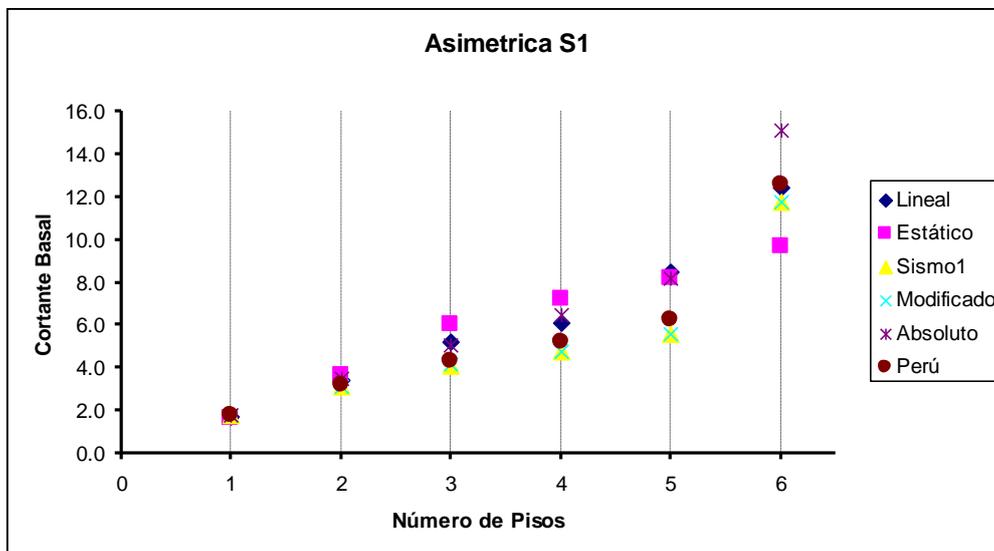
La Tabla 5.12 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asimétricas en suelo perfil S1.

**Tabla 5.12** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S1

Suelo S1			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.7440	Lineal	6.0720
Estático	1.6200	Estático	7.2550
Sismo1	1.8225	Sismo1	4.7678
Modificado	1.8225	Modificado	4.7941
Absoluto	1.8225	Absoluto	6.4842
Perú	1.8225	Perú	5.1969

Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.3900	Lineal	8.5190
Estático	3.6820	Estático	8.1540
Sismo1	3.1125	Sismo1	5.6101
Modificado	3.1507	Modificado	5.5558
Absoluto	3.4838	Absoluto	8.1764
Perú	3.2053	Perú	6.2517
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.2110	Lineal	12.4150
Estático	6.0380	Estático	9.6800
Sismo1	4.0922	Sismo1	11.7594
Modificado	4.1377	Modificado	11.7292
Absoluto	5.0370	Absoluto	15.0910
Perú	4.3284	Perú	12.5923

La Figura 5.4 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asimétricas para suelo perfil S1.



**Figura 5.4** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S1

La Tabla 5.13 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asim+meza en suelo perfil S1.

**Tabla 5.13** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S1

<b>Suelo S1</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.8420	Lineal	6.0980
Estático	1.6200	Estático	6.5290
Sismo1	1.8225	Sismo1	4.5751
Modificado	1.8225	Modificado	4.6012
Absoluto	1.8225	Absoluto	6.1168
Perú	1.8225	Perú	4.9605
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.3567	Lineal	7.4260
Estático	3.6820	Estático	7.3720
Sismo1	3.0147	Sismo1	5.01123
Modificado	3.0533	Modificado	4.9585
Absoluto	3.3653	Absoluto	7.2363
Perú	3.1024	Perú	5.5675
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.2120	Lineal	11.4440
Estático	5.9660	Estático	8.7780
Sismo1	3.4905	Sismo1	10.3384
Modificado	3.5437	Modificado	10.3015
Absoluto	4.2137	Absoluto	13.3130
Perú	3.6713	Perú	11.0820

La Figura 5.5 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asim+meza para suelo perfil S1.

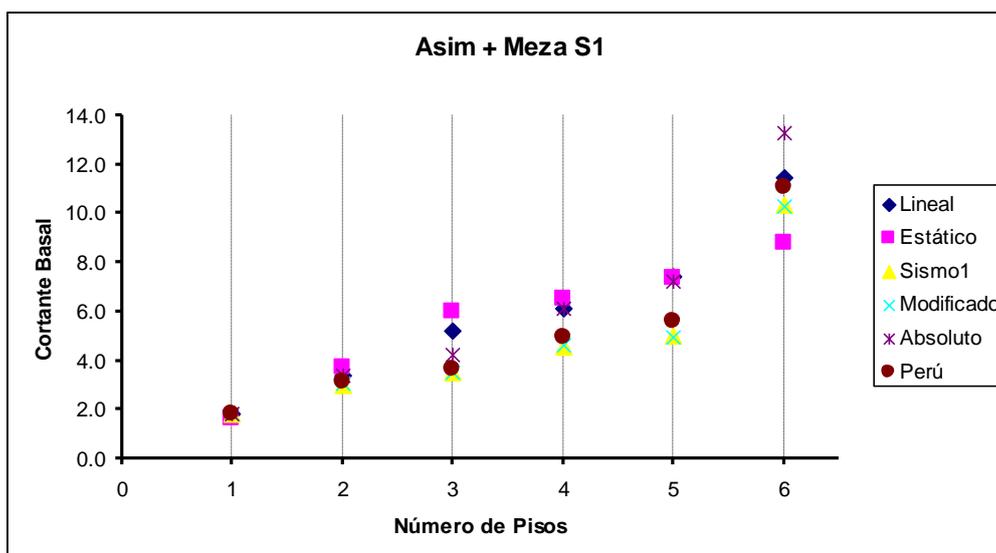


Figura 5.5 Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S1

### 5.11 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2

La Tabla 5.14 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como regulares en suelo perfil S2.

Tabla 5.14 Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S2

Suelo S2			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.3317	Lineal	9.3377
Estático	2.0250	Estático	8.3790
Sismo1	2.2500	Sismo1	7.6490
Modificado	2.2500	Modificado	7.5428
Absoluto	2.2500	Absoluto	10.3555
Perú	2.2500	Perú	8.3256
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.6839	Lineal	11.9017
Estático	4.5000	Estático	9.8260
Sismo1	4.1379	Sismo1	8.4028
Modificado	4.1474	Modificado	8.0232
Absoluto	4.9500	Absoluto	12.5968
Perú	5.4262	Perú	9.4513
Tres Pisos		Seis Pisos	

Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	7.1116	Lineal	13.7711
Estático	7.2000	Estático	10.3970
Sismo1	6.2570	Sismo1	11.1291
Modificado	6.2461	Modificado	10.6654
Absoluto	7.8750	Absoluto	16.6946
Perú	6.6615	Perú	12.5205

La Figura 5.6 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como regulares para suelo perfil S2.

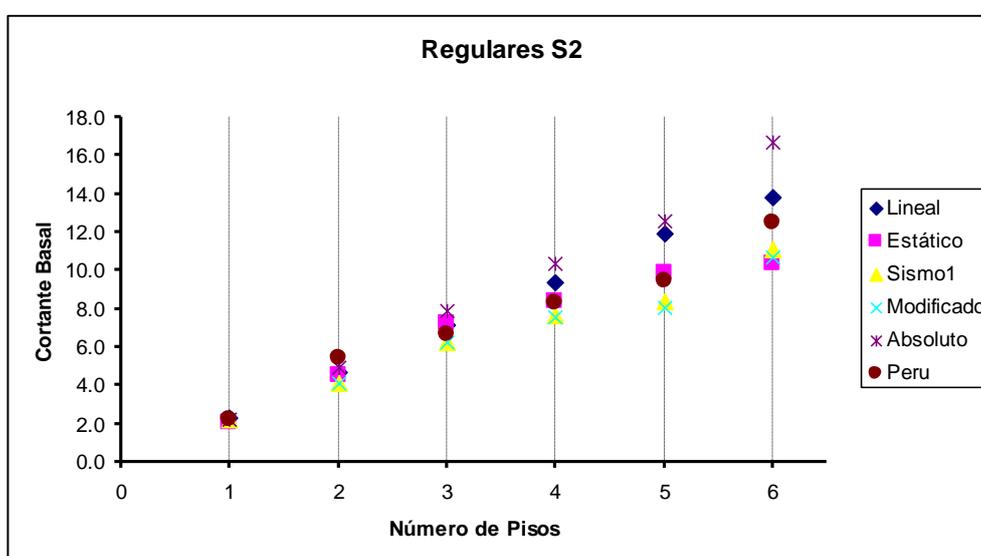


Figura 5.6 Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S2

La Tabla 5.15 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como mezanine en suelo perfil S2.

Tabla 5.15 Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S2

Suelo S2			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.3100	Lineal	9.3440
Estático	2.0250	Estático	7.8910
Sismo1	2.2500	Sismo1	7.5185
Modificado	2.2500	Modificado	7.4520
Absoluto	2.2500	Absoluto	9.5935
Perú	2.2500	Perú	8.0373

Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.6427	Lineal	12.0900
Estático	4.5000	Estático	9.3620
Sismo1	3.7533	Sismo1	8.4846
Modificado	3.7852	Modificado	8.1337
Absoluto	4.3033	Absoluto	11.9750
Perú	3.8908	Perú	9.3572
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	7.0770	Lineal	14.92
Estático	6.9870	Estático	9.984
Sismo1	6.1342	Sismo1	11.421
Modificado	6.1436	Modificado	10.998
Absoluto	7.2988	Absoluto	16.083
Perú	6.4254	Perú	12.587

La Figura 5.7 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como mezanine para suelo perfil S2.

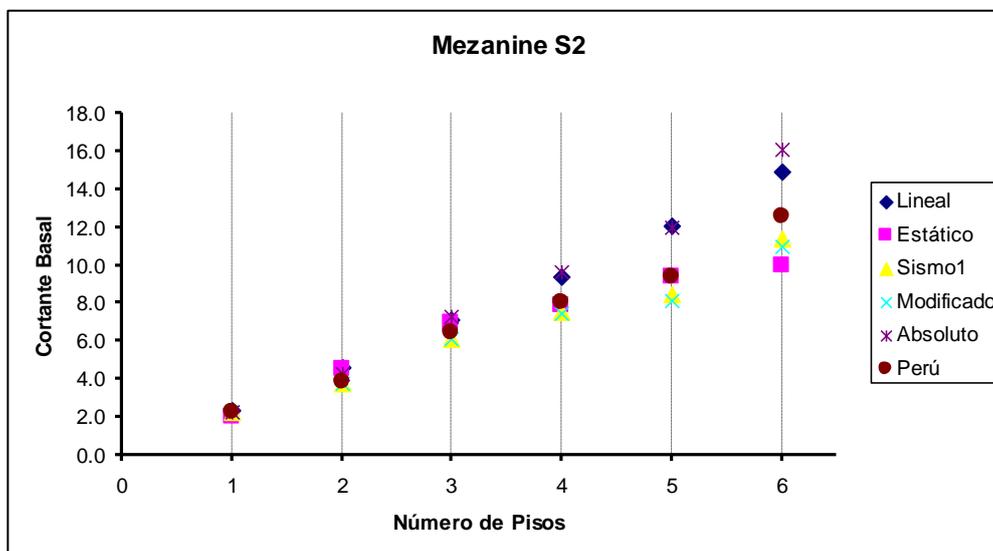


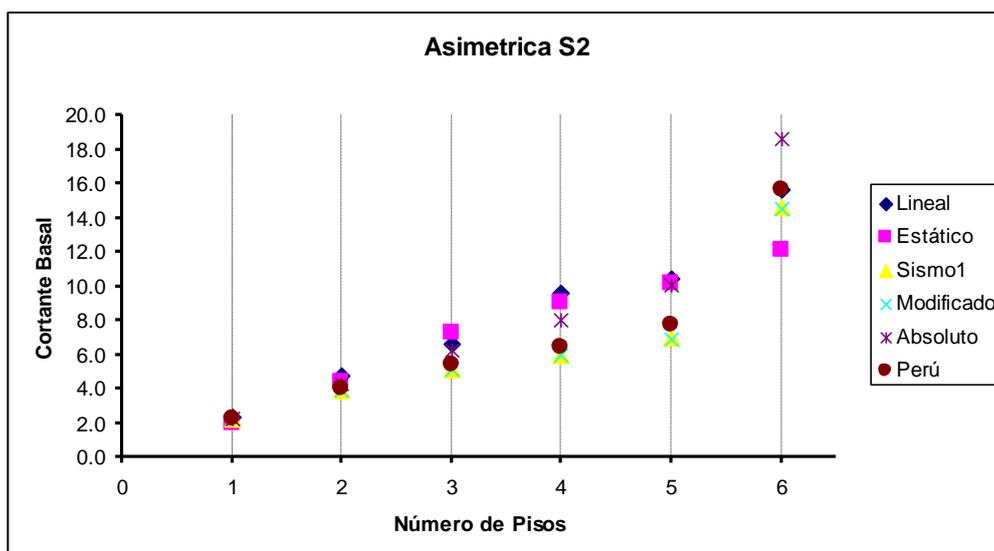
Figura 5.7 Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S2

La Tabla 5.16 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asimétricas en suelo perfil S2.

**Tabla 5.16** Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S2

<b>Suelo S2</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.2880	Lineal	9.5860
Estático	1.9440	Estático	9.0290
Sismo1	2.1870	Sismo1	5.9188
Modificado	2.1870	Modificado	5.9110
Absoluto	2.1870	Absoluto	7.9857
Perú	2.1870	Perú	6.4355
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.7800	Lineal	10.4370
Estático	4.4180	Estático	10.1480
Sismo1	3.8715	Sismo1	6.9548
Modificado	3.9035	Modificado	6.8413
Absoluto	4.3182	Absoluto	10.0474
Perú	3.9831	Perú	7.7280
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	6.6420	Lineal	15.646
Estático	7.2460	Estático	12.047
Sismo1	5.0860	Sismo1	14.619
Modificado	5.1148	Modificado	14.541
Absoluto	6.2231	Absoluto	18.625
Perú	5.3703	Perú	15.620

La Figura 5.8 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asimétricas para suelo perfil S2.



**Figura 5.8** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S2

La Tabla 5.17 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asim+meza en suelo perfil S2.

**Tabla 5.17** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S2

<b>Suelo S2</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.2270	Lineal	7.1620
Estático	1.9440	Estático	8.1250
Sismo1	2.1870	Sismo1	5.6800
Modificado	2.1870	Modificado	5.6743
Absoluto	2.1870	Absoluto	7.5368
Perú	2.1870	Perú	6.1442
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.4825	Lineal	8.8230
Estático	4.4180	Estático	9.1750
Sismo1	3.7499	Sismo1	6.2100
Modificado	3.7828	Modificado	6.0989
Absoluto	4.1717	Absoluto	8.8928
Perú	3.8554	Perú	6.8807

Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	6.2340	Lineal	15.63
Estático	7.2460	Estático	10.925
Sismo1	4.3391	Sismo1	12.850
Modificado	4.3793	Modificado	12.778
Absoluto	5.2094	Absoluto	16.428
Perú	4.5566	Perú	13.745

La Figura 5.9 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asim+meza para suelo perfil S2.

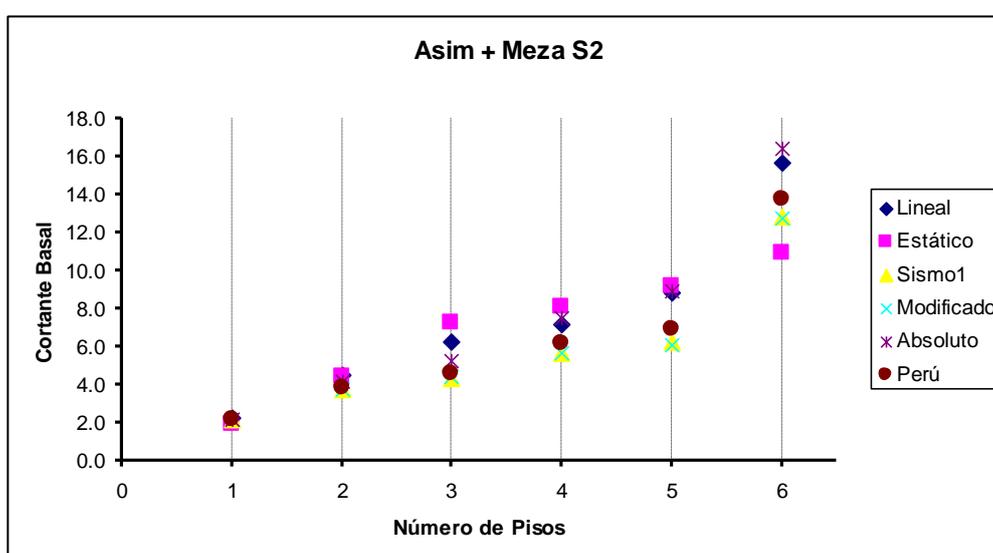


Figura 5.9 Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S2

## 5.12 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3

La Tabla 5.18 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como regulares en suelo perfil S3.

Tabla 5.18 Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S3

Suelo S3			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.0733	Lineal	8.1935
Estático	1.8900	Estático	9.2400
Sismo1	2.1000	Sismo1	7.5381
Modificado	2.1000	Modificado	7.4569
Absoluto	2.1000	Absoluto	10.0800
Perú	2.1000	Perú	8.1736

Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.9834	Lineal	9.3528
Estático	4.2000	Estático	12.8100
Sismo1	3.8621	Sismo1	9.8085
Modificado	3.8782	Modificado	9.5435
Absoluto	4.6200	Absoluto	13.8600
Perú	4.0515	Perú	10.8213
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	6.3478	Lineal	12.2996
Estático	6.7200	Estático	15.3470
Sismo1	5.8399	Sismo1	11.5303
Modificado	5.8392	Modificado	11.1597
Absoluto	7.3500	Absoluto	16.8000
Perú	6.2174	Perú	12.8477

La Figura 5.10 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como regulares para suelo perfil S3.

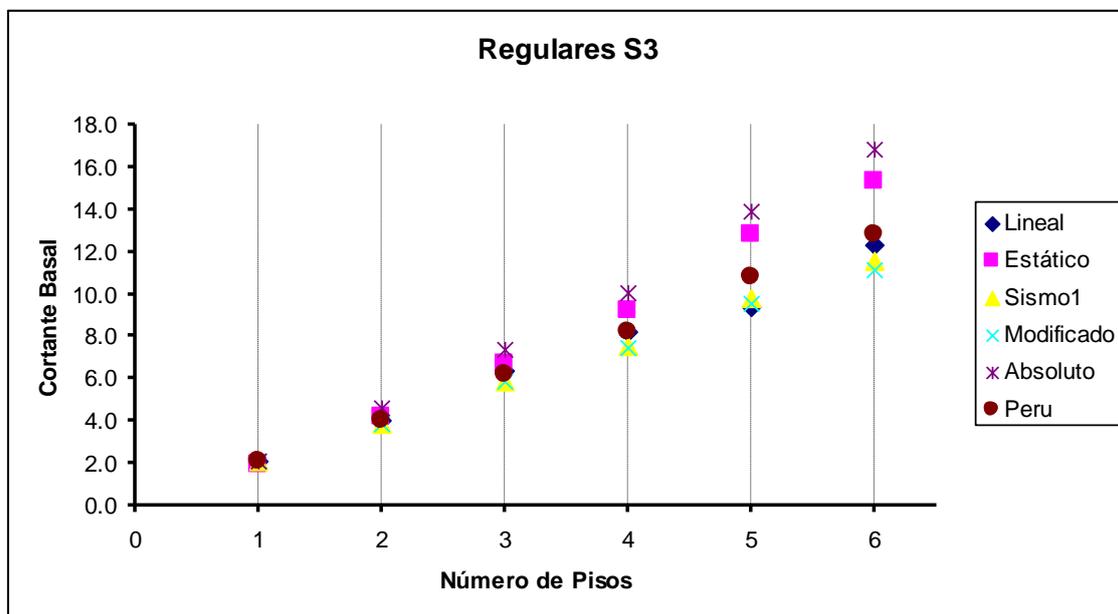


Figura 5.10 Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S3

La Tabla 5.19 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como mezanine en suelo perfil S3.

**Tabla 5.19** Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S3

<b>Suelo S3</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.12	Lineal	8.799
Estático	1.890	Estático	9.240
Sismo1	2.100	Sismo1	8.115
Modificado	2.100	Modificado	8.070
Absoluto	2.100	Absoluto	10.080
Perú	2.100	Perú	8.606
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.22852857	Lineal	10.369
Estático	4.200	Estático	12.810
Sismo1	4.100	Sismo1	10.458
Modificado	4.130	Modificado	10.225
Absoluto	4.620	Absoluto	13.860
Perú	4.230	Perú	11.308
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	6.387	Lineal	12.748
Estático	6.720	Estático	14.737
Sismo1	6.256	Sismo1	12.359
Modificado	6.270	Modificado	12.034
Absoluto	7.350	Absoluto	16.800
Perú	6.529	Perú	13.469

La Figura 5.11 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como mezanine para suelo perfil S3.

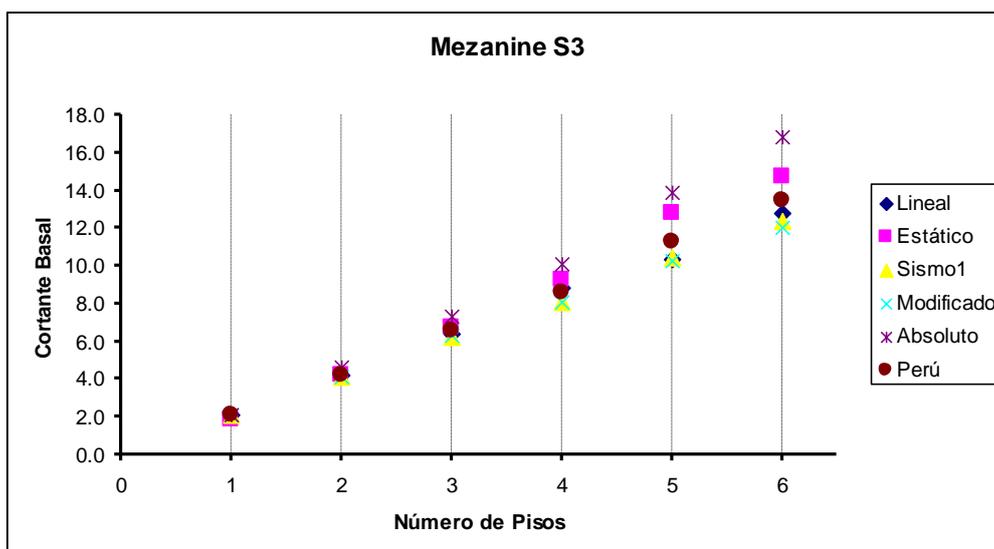


Figura 5.11 Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S3

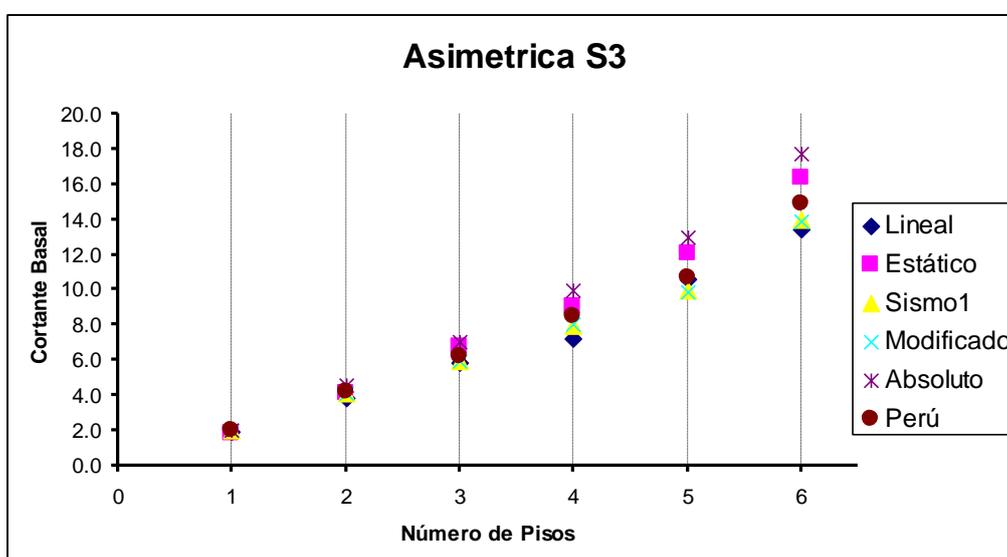
La Tabla 5.20 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asimétricas en suelo perfil S3.

Tabla 5.20 Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S3

Suelo S3			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.958	Lineal	7.236
Estático	1.814	Estático	9.072
Sismo1	2.041	Sismo1	7.990
Modificado	2.041	Modificado	7.994
Absoluto	2.041	Absoluto	9.979
Perú	2.041	Perú	8.488
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.829	Lineal	10.603
Estático	4.124	Estático	12.020
Sismo1	4.116	Sismo1	9.941
Modificado	4.146	Modificado	9.883
Absoluto	4.536	Absoluto	12.951
Perú	4.221	Perú	10.693

Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.862	Lineal	13.436
Estático	6.763	Estático	16.330
Sismo1	5.952	Sismo1	13.947
Modificado	5.980	Modificado	13.885
Absoluto	7.031	Absoluto	17.690
Perú	6.222	Perú	14.883

La Figura 5.12 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asimétricas para suelo perfil S3.



**Figura 5.12** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S3

La Tabla 5.21 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asim+meza en suelo perfil S3.

**Tabla 5.21** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S3

Suelo S3			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	2.055	Lineal	8.867
Estático	1.814	Estático	9.072
Sismo1	2.041	Sismo1	8.183
Modificado	2.041	Modificado	8.187
Absoluto	2.041	Absoluto	9.979
Perú	2.041	Perú	8.632

Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	4.111	Lineal	11.261
Estático	4.124	Estático	12.020
Sismo1	4.138	Sismo1	8.846
Modificado	4.168	Modificado	8.789
Absoluto	4.536	Absoluto	11.472
Perú	4.238	Perú	9.502
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	6.537	Lineal	12.991
Estático	6.763	Estático	16.127
Sismo1	6.196	Sismo1	14.317
Modificado	6.226	Modificado	14.269
Absoluto	7.031	Absoluto	17.690
Perú	6.405	Perú	15.161

La Figura 5.13 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asim+meza para suelo perfil S3.

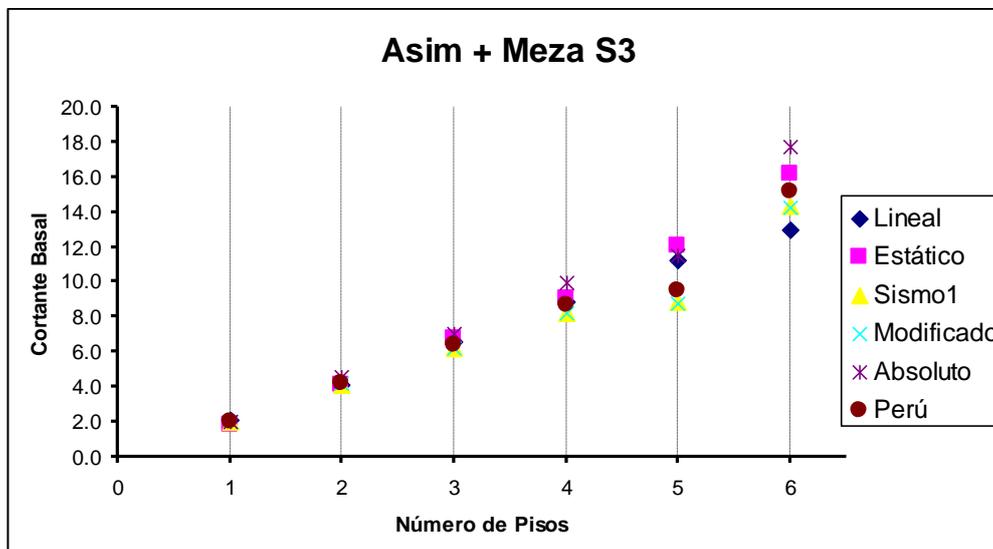


Figura 5.13 Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S3

### 5.13 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4

La Tabla 5.22 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como regulares en suelo perfil S4.

**Tabla 5.22** Cortante basal para las estructuras denominadas regulares – S4

<b>Suelo S4</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.9193	Lineal	7.4506
Estático	1.6875	Estático	8.2500
Sismo1	1.8750	Sismo1	6.7305
Modificado	1.8750	Modificado	6.6781
Absoluto	1.8750	Absoluto	9.0000
Perú	1.8750	Perú	7.2979
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.5595	Lineal	8.6286
Estático	3.7500	Estático	11.4370
Sismo1	3.4483	Sismo1	8.7576
Modificado	3.4745	Modificado	8.5465
Absoluto	4.1250	Absoluto	12.3750
Perú	3.6175	Perú	9.6619
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.8001	Lineal	11.1992
Estático	6.0000	Estático	13.8750
Sismo1	5.2142	Sismo1	10.2949
Modificado	5.2287	Modificado	9.9924
Absoluto	6.5625	Absoluto	15.0000
Perú	5.5513	Perú	11.4712

La Figura 5.14 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como regulares para suelo perfil S4.

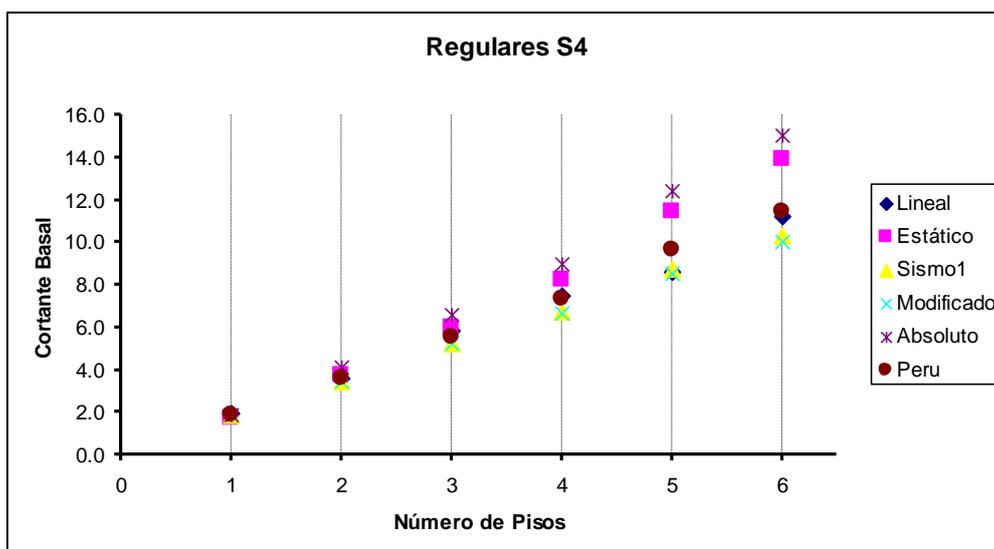


Figura 5.14 Cortante Basal para estructuras denominadas regulares – S4

La Tabla 5.23 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como mezanine en suelo perfil S4.

Tabla 5.23 Cortante basal para las estructuras denominadas mezanine – S4

Suelo S4			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.924	Lineal	7.892
Estático	1.688	Estático	8.250
Sismo1	1.875	Sismo1	7.245
Modificado	1.875	Modificado	7.219
Absoluto	1.875	Absoluto	9.000
Perú	1.875	Perú	7.684
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.75485714	Lineal	9.309
Estático	3.750	Estático	11.437
Sismo1	3.661	Sismo1	9.337
Modificado	3.695	Modificado	9.149
Absoluto	4.125	Absoluto	12.375
Perú	3.777	Perú	10.097

Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.649	Lineal	11.202
Estático	6.000	Estático	13.875
Sismo1	5.585	Sismo1	11.035
Modificado	5.608	Modificado	10.766
Absoluto	6.563	Absoluto	15.000
Perú	5.830	Perú	12.026

La Figura 5.15 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como mezanine para suelo perfil S4.

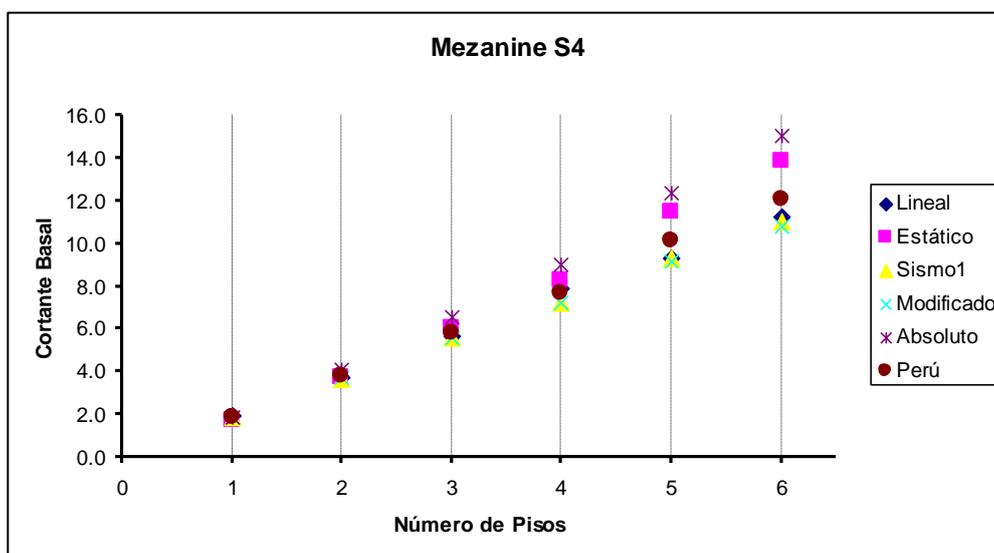


Figura 5.15 Cortante Basal para estructuras denominadas mezanine – S4

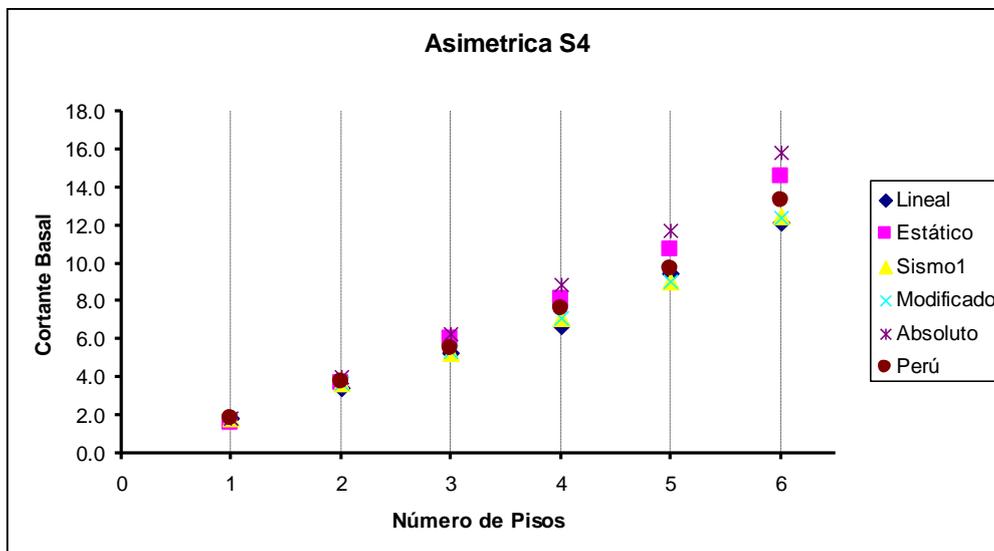
La Tabla 5.24 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asimétricas en suelo perfil S4.

Tabla 5.24 Cortante basal para las estructuras denominadas asimétricas – S4

Suelo S4			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.822	Lineal	6.701
Estático	1.620	Estático	8.100
Sismo1	1.823	Sismo1	7.134
Modificado	1.823	Modificado	7.152
Absoluto	1.823	Absoluto	8.910
Perú	1.823	Perú	7.578

Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.46	Lineal	9.485
Estático	3.682	Estático	10.733
Sismo1	3.675	Sismo1	9.053
Modificado	3.707	Modificado	9.020
Absoluto	4.050	Absoluto	11.745
Perú	3.769	Perú	9.726
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.263	Lineal	12.167
Estático	6.038	Estático	14.580
Sismo1	5.314	Sismo1	12.453
Modificado	5.349	Modificado	12.413
Absoluto	6.278	Absoluto	15.795
Perú	5.555	Perú	13.288

La Figura 5.16 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asimétricas para suelo perfil S4.



**Figura 5.16** Cortante Basal para estructuras denominadas asimétricas – S4

La Tabla 5.25 muestra los valores obtenidos para los criterios utilizados en el análisis para estructuras clasificadas como asim+meza en suelo perfil S4.

**Tabla 5.25** Cortante basal para las estructuras denominadas asim+meza – S4

<b>Suelo S4</b>			
Un Piso		Cuatro Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	1.863	Lineal	8.156
Estático	1.620	Estático	8.100
Sismo1	1.823	Sismo1	7.306
Modificado	1.823	Modificado	7.323
Absoluto	1.823	Absoluto	8.910
Perú	1.823	Perú	7.707
Dos Pisos		Cinco Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	3.6962857	Lineal	10.338
Estático	3.682	Estático	10.733
Sismo1	3.695	Sismo1	9.369
Modificado	3.727	Modificado	9.341
Absoluto	4.050	Absoluto	11.745
Perú	3.784	Perú	9.963
Tres Pisos		Seis Pisos	
Caso	Vo Calculado	Caso	Vo Calculado
Lineal	5.814	Lineal	11.815
Estático	6.038	Estático	14.580
Sismo1	5.532	Sismo1	12.783
Modificado	5.566	Modificado	12.754
Absoluto	6.278	Absoluto	15.795
Perú	5.719	Perú	13.536

La Figura 5.17 indica de una forma gráfica los valores del cortante basal obtenidos en estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como asim+meza para suelo perfil S4.

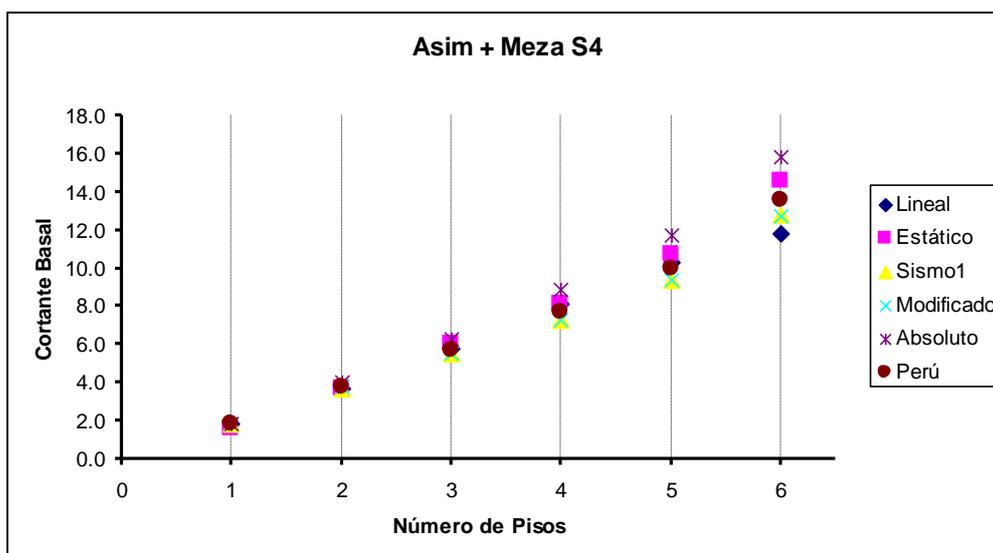


Figura 5.17 Cortante Basal para estructuras denominadas asim+meza – S4

## 5.14 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

Para poder comparar los métodos se agrupó a las estructuras por el tipo de suelo en el que se realizó el análisis sin importar la configuración geométrica que estas tengan.

En la Tabla 5.26 se indica la clasificación realizada para suelo S1

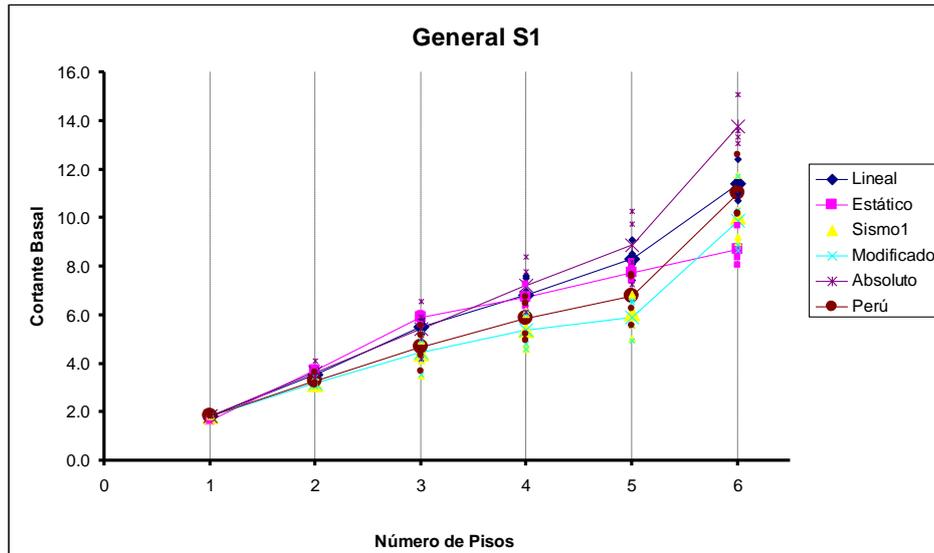
Tabla 5.26 Cortante basal para suelo perfil S1

CORTANTE BASAL SUELO S1				
Casos	Un Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Asim + Meza
Lineal	1.848	1.933	1.744	1.842
Estático	1.688	1.688	1.620	1.620
Sismo1	1.875	1.875	1.823	1.823
Modificado	1.875	1.875	1.823	1.823
Absoluto	1.875	1.875	1.823	1.823
Perú	1.875	1.875	1.823	1.823
Casos	Dos Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	3.566	3.790	3.390	3.357
Estático	3.750	3.750	3.682	3.682
Sismo1	3.474	3.019	3.112	3.015
Modificado	3.448	3.060	3.151	3.053
Absoluto	4.125	3.476	3.484	3.365
Perú	3.617	3.133	3.205	3.102

Casos	Tres Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	5.857	5.738	5.211	5.212
Estático	6.000	5.614	6.038	5.966
Sismo1	5.214	4.934	4.092	3.491
Modificado	5.229	4.960	4.138	3.544
Absoluto	6.563	5.902	5.037	4.214
Perú	5.551	5.176	4.328	3.671
Casos	Cuatro Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	7.534	7.596	6.072	6.098
Estático	6.732	6.340	7.255	6.529
Sismo1	6.164	6.054	4.768	4.575
Modificado	6.107	6.024	4.794	4.601
Absoluto	8.411	7.777	6.484	6.117
Perú	6.726	6.485	5.197	4.961
Casos	Cinco Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	8.108	9.086	8.519	7.426
Estático	7.895	7.522	8.154	7.372
Sismo1	6.792	6.853	5.610	5.011
Modificado	6.517	6.594	5.556	4.959
Absoluto	10.267	9.744	8.176	7.236
Perú	7.661	7.576	6.252	5.568
Casos	Seis Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	10.689	11.020	12.415	11.444
Estático	8.354	8.022	9.680	8.778
Sismo1	8.987	9.216	11.759	10.338
Modificado	8.639	8.893	11.729	10.302
Absoluto	13.603	13.082	15.091	13.313
Perú	10.141	10.183	12.592	11.082

Para cada criterio utilizado se promedian los valores encontrados en las diferentes configuraciones geométricas de las estructuras de 1 a 6 pisos.

La Figura 5.18 muestra los valores del cortante basal encontrados para estructuras de 1 a 6 pisos en cada configuración y con cada uno de los criterios utilizados en el análisis, así como también la media de éstas.



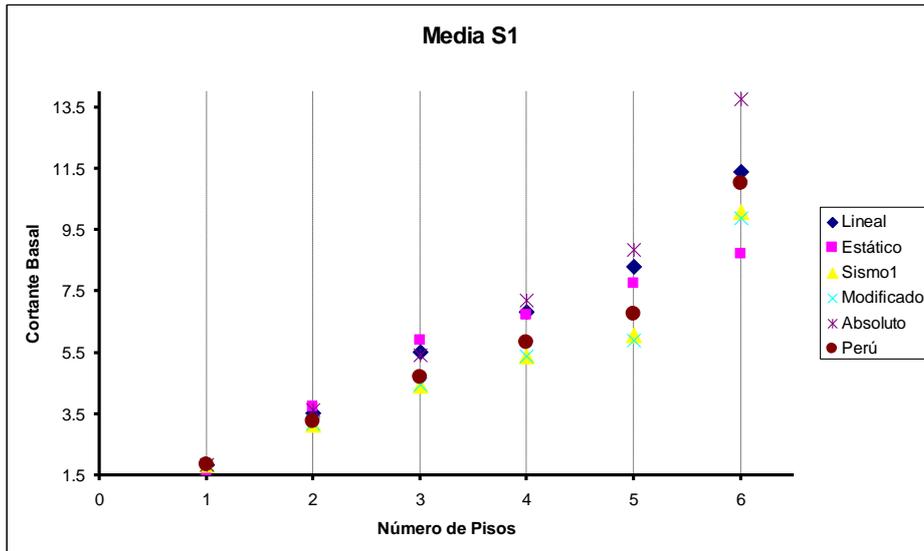
**Figura 5.18** Cortante Basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1

En la Tabla 5.27 se indican los promedios del cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1.

**Tabla 5.27** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1

Suelo S1						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.842	1.654	1.849	1.849	1.849	1.849
2	3.526	3.716	3.155	3.178	3.612	3.264
3	5.505	5.905	4.433	4.468	5.429	4.682
4	6.825	6.714	5.390	5.381	7.197	5.842
5	8.285	7.736	6.066	5.906	8.856	6.764
6	11.392	8.709	10.075	9.891	13.772	11.000

La Figura 5.19 muestra las medias del cortante basal encontradas con cada criterio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1



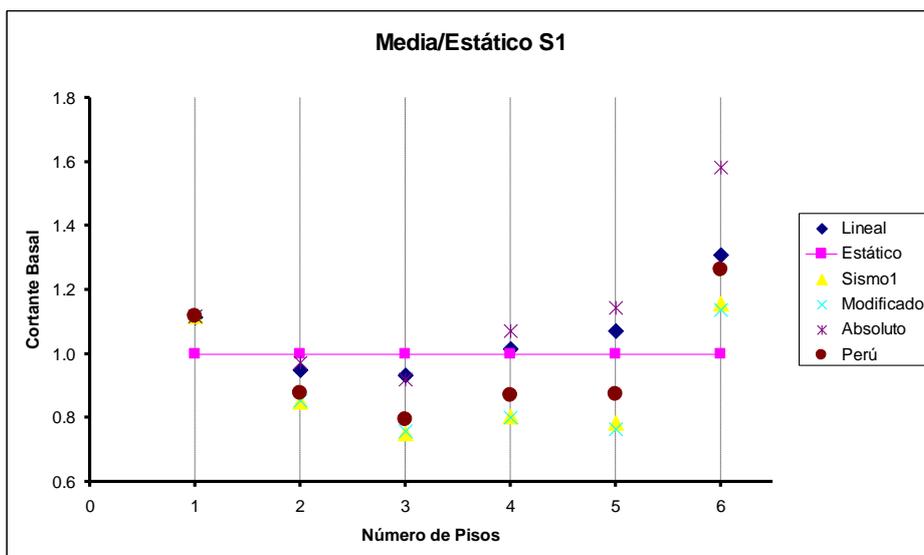
**Figura 5.19** Cortante Basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S1

Para una mejor apreciación de los resultados se los ha comparado con el cortante basal obtenido con el método estático, cuyos valores los indica la Tabla 5.28

**Tabla 5.28** Cortante basal para suelo perfil S1 vs Vo Estático

Media vs Estático						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.114	1.000	1.118	1.118	1.118	1.118
2	0.949	1.000	0.849	0.855	0.972	0.878
3	0.932	1.000	0.751	0.757	0.919	0.793
4	1.017	1.000	0.803	0.802	1.072	0.870
5	1.071	1.000	0.784	0.764	1.145	0.874
6	1.308	1.000	1.157	1.136	1.581	1.263

La Figura 5.20 ilustra de una mejor manera esta comparación



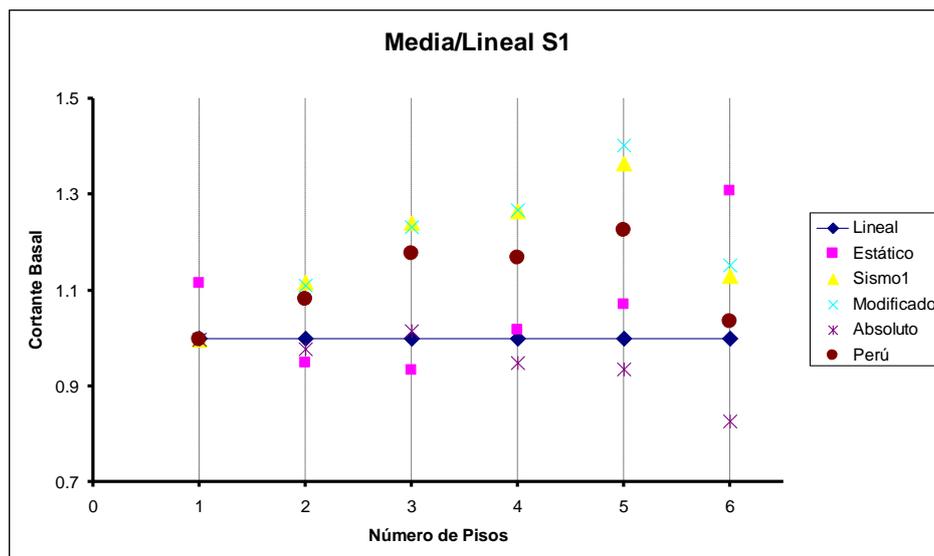
**Figura 5.20** Media vs. Estático para suelo perfil S1

Otra comparación se realiza con el cortante basal obtenido a través del análisis lineal, cuyos valores se indican en la Tabla 5.29

**Tabla 5.29** Cortante basal para suelo perfil S1 vs. Vo Lineal

Media vs Lineal						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.000	1.114	0.996	0.996	0.996	0.996
2	1.000	0.949	1.118	1.109	0.976	1.080
3	1.000	0.932	1.242	1.232	1.014	1.176
4	1.000	1.017	1.266	1.268	0.948	1.168
5	1.000	1.071	1.366	1.403	0.935	1.225
6	1.000	1.308	1.131	1.152	0.827	1.036

La Figura 5.21 ilustra de una mejor manera esta comparación



**Figura 5.21** Media vs. Lineal para suelo perfil S1

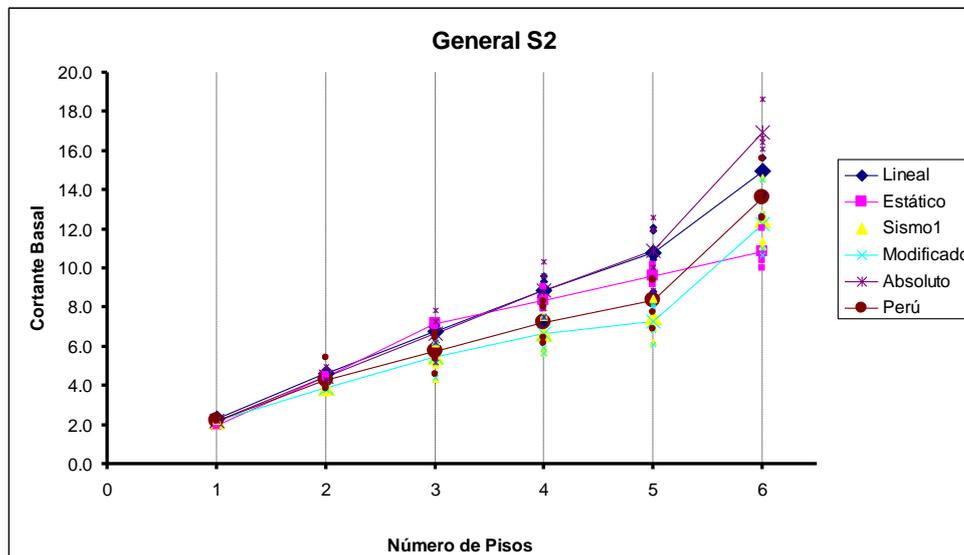
De igual manera se procedió para el resto de perfiles de suelo en el que se realizó el análisis, por lo que la Tabla 5.30 muestra los valores para suelo perfil S2.

**Tabla 5.30** Cortante basal para suelo perfil S2

<b>CORTANTE BASAL SUELO S2</b>				
Casos	Un Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	2.332	2.310	2.288	2.227
Estático	2.025	2.025	1.944	1.944
Sismo1	2.250	2.250	2.187	2.187
Modificado	2.250	2.250	2.187	2.187
Absoluto	2.250	2.250	2.187	2.187
Perú	2.250	2.250	2.187	2.187
Casos	Dos Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	4.684	4.643	4.780	4.483
Estático	4.500	4.500	4.418	4.418
Sismo1	4.138	3.753	3.871	3.750
Modificado	4.147	3.785	3.904	3.783
Absoluto	4.950	4.303	4.318	4.172
Perú	5.426	3.891	3.983	3.855
Casos	Tres Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	7.112	7.077	6.642	6.234
Estático	7.200	6.987	7.246	7.246
Sismo1	6.257	6.134	5.086	4.339
Modificado	6.246	6.144	5.115	4.379
Absoluto	7.875	7.299	6.223	5.209
Perú	6.662	6.425	5.370	4.557
Casos	Cuatro Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	9.338	9.344	9.586	7.162
Estático	8.379	7.891	9.029	8.125
Sismo1	7.649	7.519	5.919	5.680
Modificado	7.543	7.452	5.911	5.674
Absoluto	10.356	9.593	7.986	7.537
Perú	8.326	8.037	6.436	6.144

Casos	Cinco Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	11.902	12.090	10.437	8.823
Estático	9.826	9.362	10.148	9.175
Sismo1	8.403	8.485	6.955	6.210
Modificado	8.023	8.134	6.841	6.099
Absoluto	12.597	11.975	10.047	8.893
Perú	9.451	9.357	7.728	6.881
Casos	Seis Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	13.771	14.920	15.646	15.630
Estático	10.397	9.984	12.047	10.925
Sismo1	11.129	11.421	14.619	12.850
Modificado	10.665	10.998	14.541	12.778
Absoluto	16.695	16.083	18.625	16.428
Perú	12.521	12.587	15.620	13.745

La Figura 5.22 muestra los valores del cortante basal encontrados para estructuras de 1 a 6 pisos en cada configuración y con cada uno de los criterios utilizados en el análisis, así como también la media de éstas.



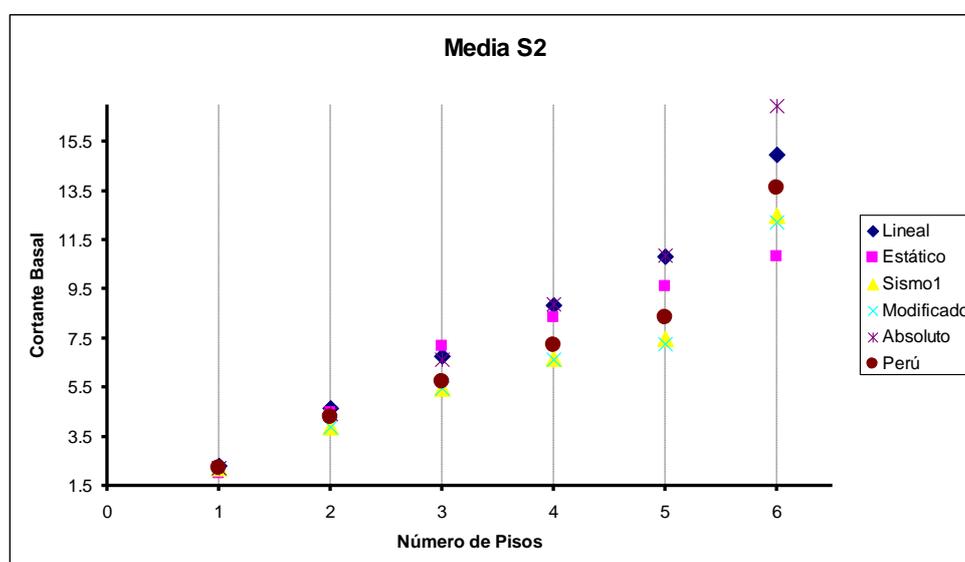
**Figura 5.22** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S2

En la Tabla 5.31 se indican los promedios del cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S2.

**Tabla 5.31** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S2

Suelo S2						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	2.289	1.985	2.219	2.219	2.219	2.219
2	4.647	4.459	3.878	3.905	4.436	4.289
3	6.766	7.170	5.454	5.471	6.652	5.753
4	8.857	8.356	6.692	6.645	8.868	7.236
5	10.813	9.628	7.513	7.274	10.878	8.354
6	14.992	10.838	12.505	12.245	16.958	13.618

La Figura 5.23 muestra las medias del cortante basal encontradas con cada criterio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S2



**Figura 5.23** Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S2

La comparación con el método estático se indica en la Tabla 5.32.

**Tabla 5.32** Cortante basal para suelo perfil S2 vs. Vo Estático

Media vs Estático						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.154	1.000	1.118	1.118	1.118	1.118
2	1.042	1.000	0.870	0.876	0.995	0.962
3	0.944	1.000	0.761	0.763	0.928	0.802
4	1.060	1.000	0.801	0.795	1.061	0.866
5	1.123	1.000	0.780	0.756	1.130	0.868
6	1.383	1.000	1.154	1.130	1.565	1.256

Para una mejor ilustración de la comparación realizada la Figura 5.24, muestra estos valores.

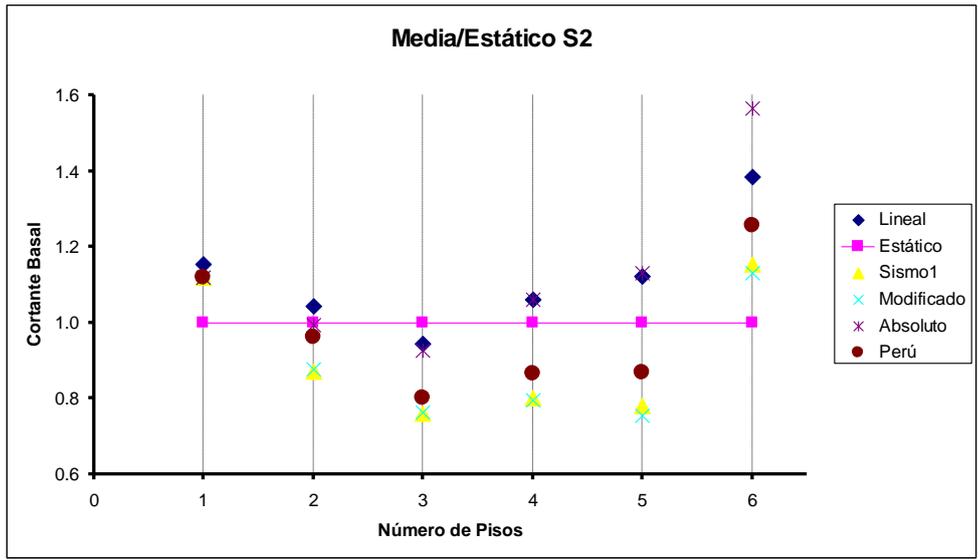


Figura 5.24 Media vs. Estático para suelo perfil S2

La Tabla 5.33 muestra la comparación realizada con el análisis lineal

Tabla 5.33 Cortante basal para suelo perfil S2 vs. Vo Lineal

Media vs Lineal						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.000	1.154	1.032	1.032	1.032	1.032
2	1.000	1.042	1.198	1.190	1.048	1.084
3	1.000	0.944	1.241	1.237	1.017	1.176
4	1.000	1.060	1.324	1.333	0.999	1.224
5	1.000	1.123	1.439	1.486	0.994	1.294
6	1.000	1.383	1.199	1.224	0.884	1.101

La Figura 5.25 ilustra mejor esta comparación

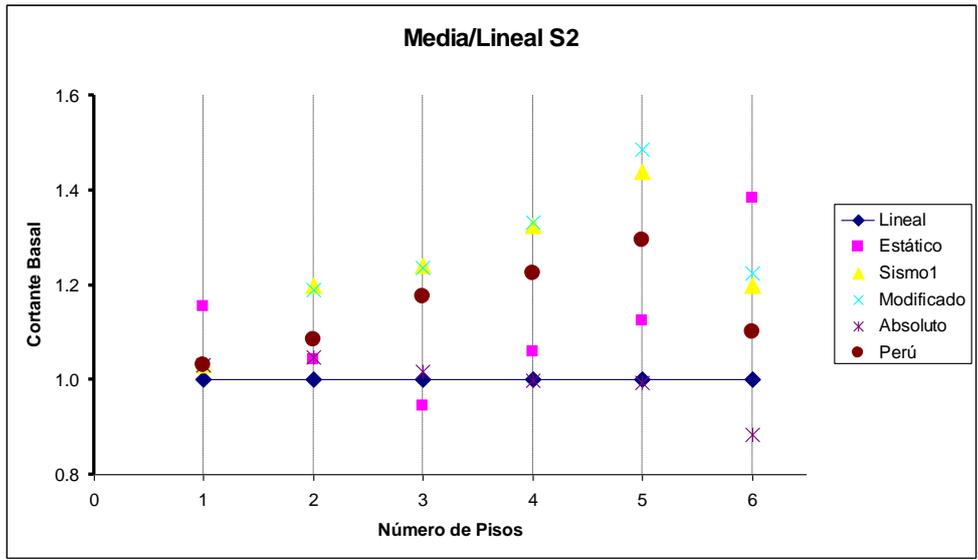


Figura 5.25 Media vs. Lineal para suelo perfil S2

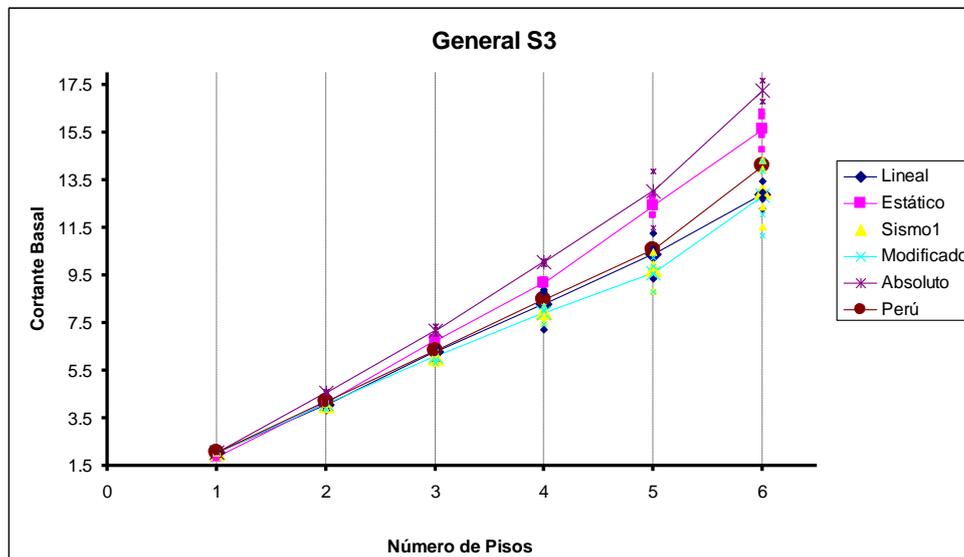
La Tabla 5.34 muestra los valores del cortante basal para estructuras que se encuentran en suelo perfil S3.

**Tabla 5.34** Cortante basal para suelo perfil S3

<b>CORTANTE BASAL SUELO S3</b>				
Casos	Un Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	2.073	2.120	1.958	2.055
Estático	1.890	1.890	1.814	1.814
Sismo1	2.100	2.100	2.041	2.041
Modificado	2.100	2.100	2.041	2.041
Absoluto	2.100	2.100	2.041	2.041
Perú	2.100	2.100	2.041	2.041
Casos	Dos Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	3.983	4.229	3.829	4.111
Estático	4.200	4.200	4.124	4.124
Sismo1	3.862	4.100	4.116	4.138
Modificado	3.878	4.130	4.146	4.168
Absoluto	4.620	4.620	4.536	4.536
Perú	4.052	4.230	4.221	4.238
Casos	Tres Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	6.348	6.387	5.862	6.537
Estático	6.720	6.720	6.763	6.763
Sismo1	5.840	6.256	5.952	6.196
Modificado	5.839	6.270	5.980	6.226
Absoluto	7.350	7.350	7.031	7.031
Perú	6.217	6.529	6.222	6.405
Casos	Cuatro Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	8.194	8.799	7.236	8.867
Estático	9.240	9.240	9.072	9.072
Sismo1	7.538	8.115	7.990	8.183
Modificado	7.457	8.070	7.994	8.187
Absoluto	10.080	10.080	9.979	9.979
Perú	8.174	8.606	8.488	8.632

Casos	Cinco Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	9.353	10.369	10.603	11.261
Estático	12.810	12.810	12.020	12.020
Sismo1	9.808	10.458	9.941	8.846
Modificado	9.543	10.225	9.883	8.789
Absoluto	13.860	13.860	12.951	11.472
Perú	10.821	11.308	10.693	9.502
Casos	Seis Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	12.300	12.748	13.436	12.991
Estático	15.347	14.737	16.330	16.127
Sismo1	11.530	12.359	13.947	14.317
Modificado	11.160	12.034	13.885	14.269
Absoluto	16.800	16.800	17.690	17.690
Perú	12.848	13.469	14.883	15.161

La Figura 5.26 muestra los valores del cortante basal encontrados para estructuras de 1 a 6 pisos en cada configuración y con cada uno de los criterios utilizados en el análisis, así como también la media de éstas.



**Figura 5.26** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S3

En la Tabla 5.35 se indican los promedios del cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S3.

**Tabla 5.35** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S3

Suelo S3						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	2.052	1.852	2.071	2.071	2.071	2.071
2	4.038	4.162	4.054	4.080	4.578	4.185
3	6.283	6.742	6.061	6.079	7.190	6.343
4	8.274	9.156	7.957	7.927	10.030	8.475
5	10.396	12.415	9.763	9.610	13.036	10.581
6	12.869	15.635	13.038	12.837	17.245	14.090

La Figura 5.27 muestra las medias del cortante basal encontradas con cada criterio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S3

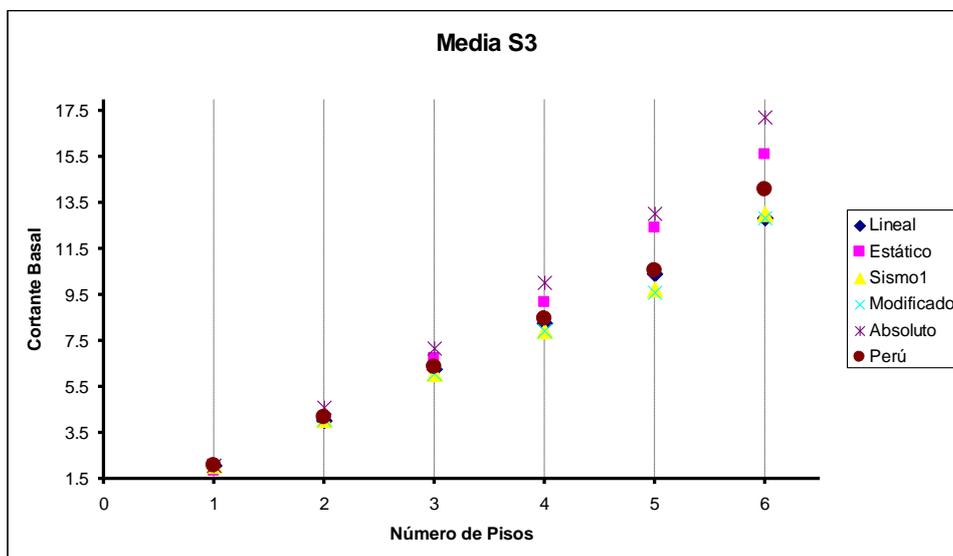


Figura 5.27 Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S3

La comparación con el método estático se indica en la Tabla 5.36.

Tabla 5.36 Cortante basal para suelo perfil S3 vs. Vo Estático

Media vs Estático						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.108	1.000	1.118	1.118	1.118	1.118
2	0.970	1.000	0.974	0.980	1.100	1.006
3	0.932	1.000	0.899	0.902	1.067	0.941
4	0.904	1.000	0.869	0.866	1.095	0.926
5	0.837	1.000	0.786	0.774	1.050	0.852
6	0.823	1.000	0.834	0.821	1.103	0.901

Para una mejor ilustración de la comparación realizada la Figura 5.28, muestra estos valores.

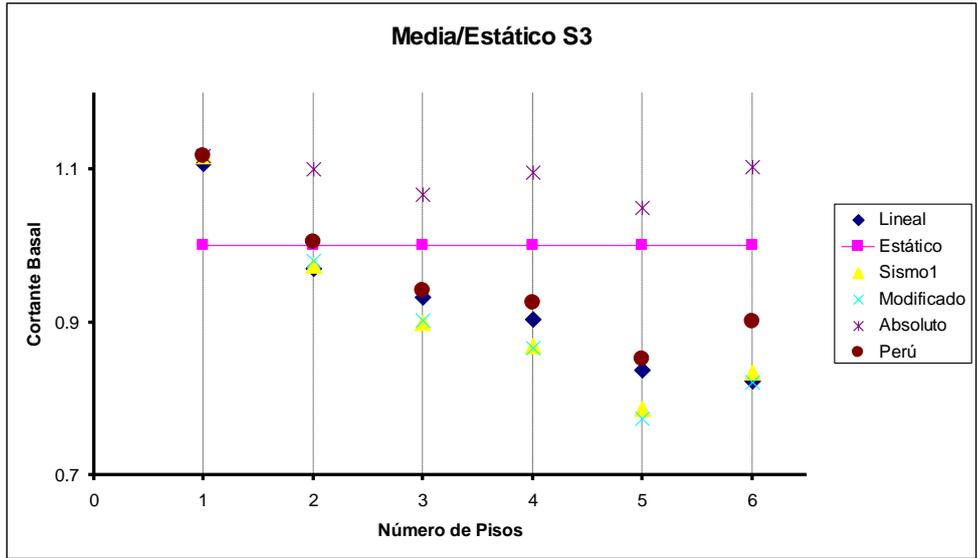


Figura 5.28 Media vs. Estático para suelo perfil S3

La Tabla 5.37 muestra la comparación realizada con el análisis lineal

Tabla 5.37 Cortante basal para suelo perfil S3 vs. Vo Lineal

Media vs Lineal						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.000	1.108	0.991	0.991	0.991	0.991
2	1.000	0.970	0.996	0.990	0.882	0.965
3	1.000	0.932	1.037	1.034	0.874	0.991
4	1.000	0.904	1.040	1.044	0.825	0.976
5	1.000	0.837	1.065	1.082	0.798	0.983
6	1.000	0.823	0.987	1.002	0.746	0.913

La Figura 5.29 ilustra mejor esta comparación

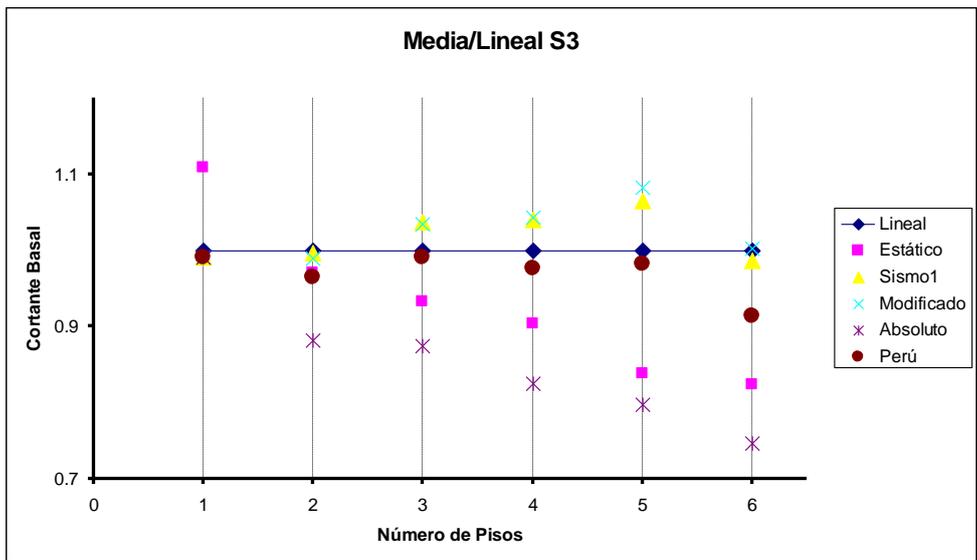


Figura 5.29 Media vs. Lineal para suelo perfil S3

La Tabla 5.38 muestra los valores del cortante basal para estructuras que se encuentran en suelo perfil S4.

**Tabla 5.38** Cortante basal para suelo perfil S4

<b>CORTANTE BASAL SUELO S4</b>				
Casos	Un Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	1.919	1.924	1.822	1.863
Estático	1.688	1.688	1.620	1.620
Sismo1	1.875	1.875	1.823	1.823
Modificado	1.875	1.875	1.823	1.823
Absoluto	1.875	1.875	1.823	1.823
Perú	1.875	1.875	1.823	1.823
Casos	Dos Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	3.560	3.755	3.460	3.696
Estático	3.750	3.750	3.682	3.682
Sismo1	3.448	3.661	3.675	3.695
Modificado	3.474	3.695	3.707	3.727
Absoluto	4.125	4.125	4.050	4.050
Perú	3.617	3.777	3.769	3.784
Casos	Tres Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	5.800	5.649	5.263	5.814
Estático	6.000	6.000	6.038	6.038
Sismo1	5.214	5.585	5.314	5.532
Modificado	5.229	5.608	5.349	5.566
Absoluto	6.563	6.563	6.278	6.278
Perú	5.551	5.830	5.555	5.719
Casos	Cuatro Piso			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	7.451	7.892	6.701	8.156
Estático	8.250	8.250	8.100	8.100
Sismo1	6.730	7.245	7.134	7.306
Modificado	6.678	7.219	7.152	7.323
Absoluto	9.000	9.000	8.910	8.910
Perú	7.298	7.684	7.578	7.707

Casos	Cinco Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	8.629	9.309	9.485	10.338
Estático	11.437	11.437	10.733	10.733
Sismo1	8.758	9.337	9.053	9.369
Modificado	8.546	9.149	9.020	9.341
Absoluto	12.375	12.375	11.745	11.745
Perú	9.662	10.097	9.726	9.963
Casos	Seis Pisos			
	Regulares	Mezanine	Asimétrica	Azim + Meza
Lineal	11.199	11.202	12.167	11.815
Estático	13.875	13.875	14.580	14.580
Sismo1	10.295	11.035	12.453	12.783
Modificado	9.992	10.766	12.413	12.754
Absoluto	15.000	15.000	15.795	15.795
Perú	11.471	12.026	13.288	13.536

La Figura 5.30 muestra los valores del cortante basal encontrados para estructuras de 1 a 6 pisos en cada configuración y con cada uno de los criterios utilizados en el análisis, así como también la media de éstas.

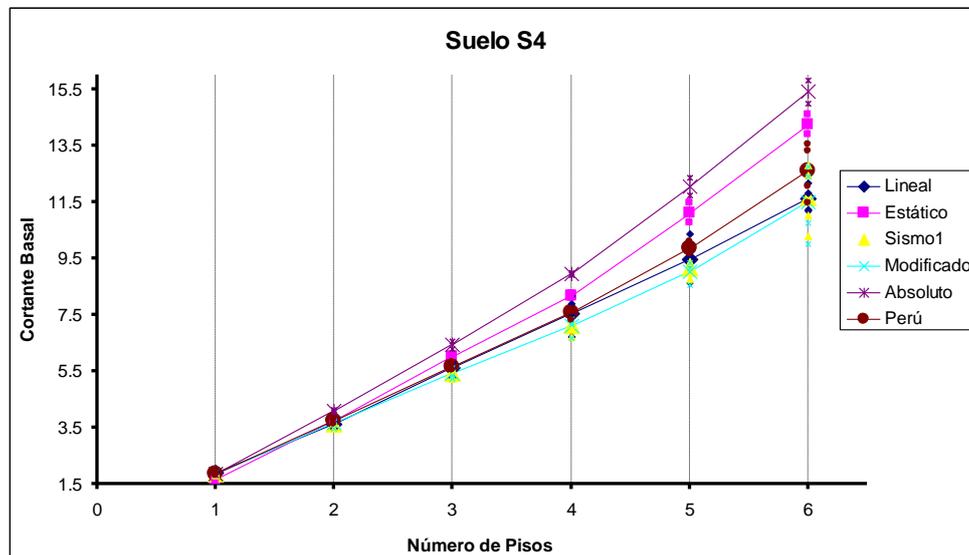


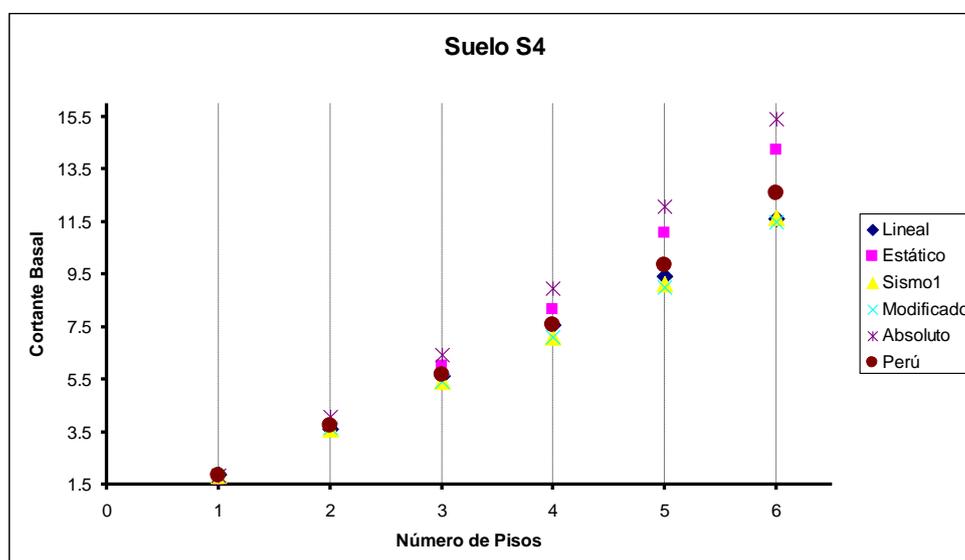
Figura 5.30 Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S4

En la Tabla 5.39 se indican los promedios del cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S4.

**Tabla 5.39** Cortante basal para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S4

General						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.882	1.654	1.849	1.849	1.849	1.849
2	3.618	3.716	3.620	3.651	4.088	3.737
3	5.632	6.019	5.411	5.438	6.420	5.664
4	7.550	8.175	7.104	7.093	8.955	7.567
5	9.440	11.085	9.129	9.014	12.060	9.862
6	11.596	14.228	11.641	11.481	15.398	12.580

La Figura 5.31 muestra las medias del cortante basal encontradas con cada criterio para estructuras de 1 a 6 pisos en suelo perfil S4



**Figura 5.31** Cortante basal medio para estructuras de 1 a 6 pisos para suelo perfil S4

La comparación con el método estático se indica en la Tabla 5.40.

**Tabla 5.40** Cortante basal para suelo perfil S4 vs. Vo Estático

Media vs Estático						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.138	1.000	1.118	1.118	1.118	1.118
2	0.974	1.000	0.974	0.982	1.100	1.006
3	0.936	1.000	0.899	0.903	1.067	0.941
4	0.924	1.000	0.869	0.868	1.095	0.926
5	0.852	1.000	0.824	0.813	1.088	0.890
6	0.815	1.000	0.818	0.807	1.082	0.884

Para una mejor ilustración de la comparación realizada la Figura 5.32, muestra estos valores.

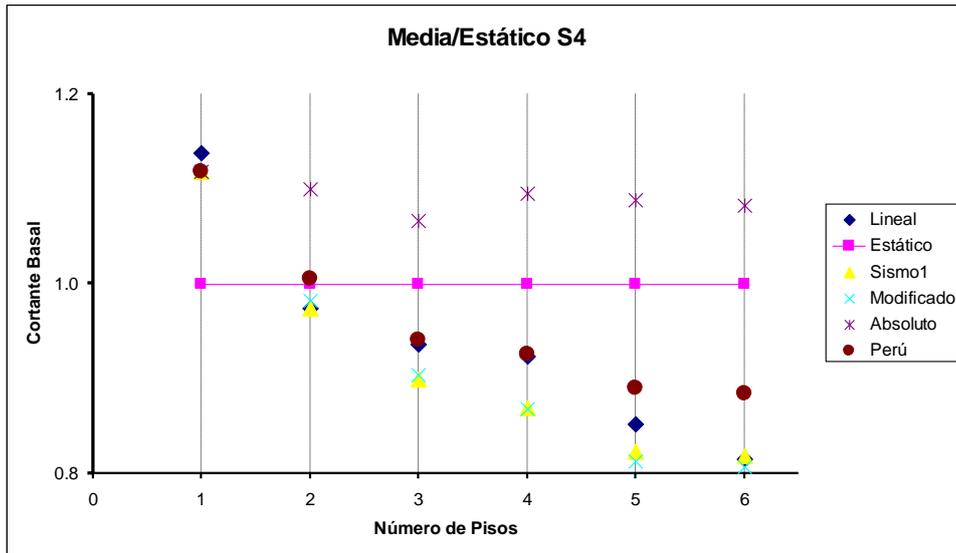


Figura 5.32 Media vs. Estático para suelo perfil S4

La Tabla 5.41 muestra la comparación realizada con el análisis lineal

Tabla 5.41 Cortante basal para suelo perfil S4 vs. Vo Lineal

Media vs Lineal						
PISOS	Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Absoluto	Perú
1	1.000	1.138	1.018	1.018	1.018	1.018
2	1.000	0.974	0.999	0.991	0.885	0.968
3	1.000	0.936	1.041	1.036	0.877	0.994
4	1.000	0.924	1.063	1.064	0.843	0.998
5	1.000	0.852	1.034	1.047	0.783	0.957
6	1.000	0.815	0.996	1.010	0.753	0.922

La Figura 5.33 ilustra mejor esta comparación

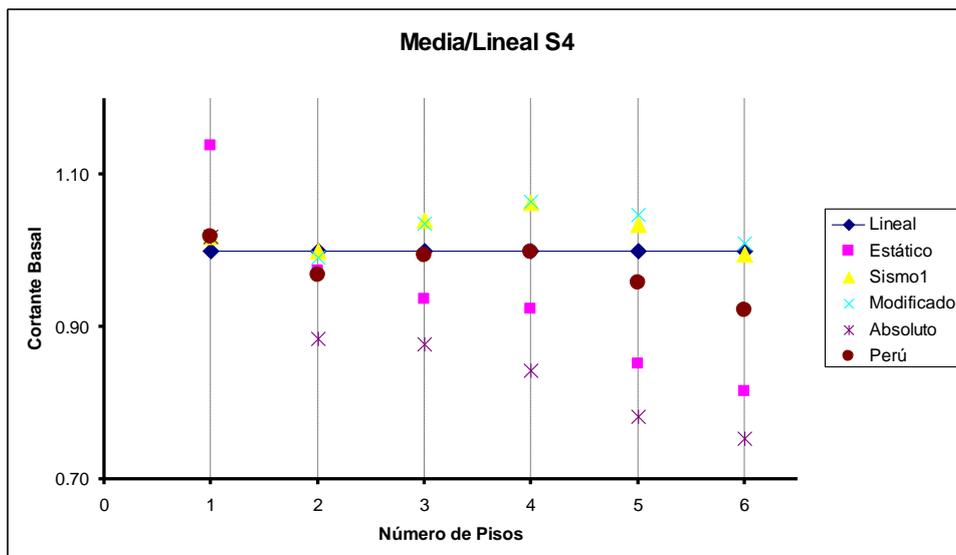


Figura 5.33 Media vs. Lineal para suelo perfil S4

## **CAPITULO VI**

### **ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE LA REPARTICION DE FUERZAS EN LOS PÓRTICOS**

#### **RESUMEN**

En el presente capítulo, se realiza el análisis de la variación de la repartición de las fuerzas en los pórticos de las estructuras de 1 a 6 pisos calculados con los diferentes criterios.

Además, se explica con una estructura de 6 pisos el procedimiento que se realiza para llegar a la comparación final de dichas fuerzas, previamente clasificadas por tipo de suelo y posteriormente por número de pisos de las estructuras.

## 6.8 INTRODUCCIÓN

Se realiza el cálculo de las fuerzas laterales de pisos en los pórticos analizados en el estudio para estructuras de 1 a 6 pisos para los diferentes perfiles de suelo con los criterios que se explican a continuación.

## 6.9 RESULTADOS DE ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS EN SUELO S1

Los resultados obtenidos con cada criterio se explican con una estructura clasificada como regular de 6 pisos ubicada en suelo perfil S1.

### 6.9.1 METODO LINEAL

Para la aplicación del método lineal se parte de los cortantes obtenidos con el programa lineal y la matriz de rigidez lateral de las estructuras se va a obtener a través de un programa realizado por el Dr. Aguiar bajo lenguaje de Matlab denominado *rlaxinfi*.

El programa determina la matriz de rigidez lateral para luego aplicar la ecuación (6.1) y determinar las fuerzas.

$$Q = K * p \quad (6.1)$$

Donde,

$K$	Matriz de rigidez lateral de la estructura
$p$	Vector de fuerzas
$Q$	Vector de fuerzas

Las fuerzas obtenidas para una estructura de 6 pisos regular en suelo S1 son las que se indican en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1** Fuerzas laterales para estructura regular de 6 pisos en suelo S1 – método lineal

SISMO	PISOS	Fuerzas
1s1	1	-5.985900
	2	4.792900
	3	-1.350800
	4	0.827800
	5	1.902000
	6	2.745300
2s1	1	-0.680900
	2	5.495400
	3	-9.696000
	4	6.879100
	5	0.179100
	6	3.175400
3s1	1	-0.491200

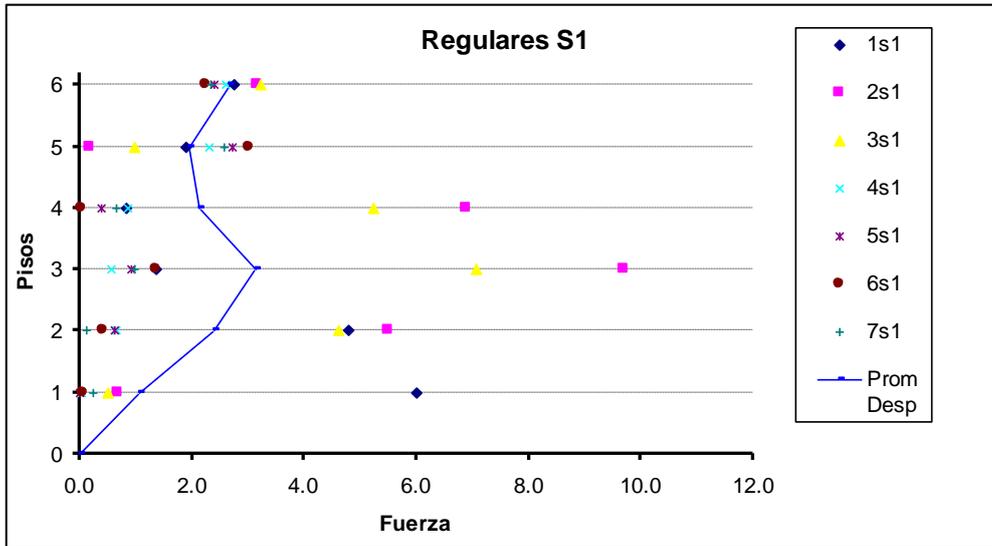
	2	4.619800
	3	-7.075200
	4	5.243300
	5	0.968800
	6	3.221400
4s1	1	0.030700
	2	0.642700
	3	0.564600
	4	0.862900
	5	2.302500
	6	2.605300
5s1	1	0.001800
	2	0.607900
	3	0.908900
	4	0.392400
	5	2.707100
	6	2.400500
6s1	1	0.045000
	2	0.421500
	3	1.362200
	4	0.032300
	5	3.008400
	6	2.241100
7s1	1	0.223900
	2	0.131700
	3	0.989900
	4	0.652000
	5	2.582400
	6	2.324900

Para realizar una comparación con el resto de criterios utilizados en el análisis se tomo los valores de las fuerzas en valor absoluto y se calcularon las medias de las fuerzas laterales máximas para cada piso como se indica en la Tabla 6.2

**Tabla 6.2** Fuerzas laterales para estructura regular de 6 pisos en suelo S1 - Media

SISMO	PISOS	Fuerzas	Prom F
1s1	1	5.985900	1
	2	4.792900	1.066
	3	1.350800	
	4	0.827800	
	5	1.902000	
	6	2.745300	
2s1	1	0.680900	2
	2	5.495400	2.387
	3	9.696000	
	4	6.879100	
	5	0.179100	
	6	3.175400	
3s1	1	0.491200	3
	2	4.619800	3.135
	3	7.075200	
	4	5.243300	
	5	0.968800	
	6	3.221400	
4s1	1	0.030700	4
	2	0.642700	2.127
	3	0.564600	
	4	0.862900	
	5	2.302500	
	6	2.605300	
5s1	1	0.001800	5
	2	0.607900	1.950
	3	0.908900	
	4	0.392400	
	5	2.707100	
	6	2.400500	
6s1	1	0.045000	6
	2	0.421500	2.673
	3	1.362200	
	4	0.032300	
	5	3.008400	
	6	2.241100	
7s1	1	0.223900	2.673
	2	0.131700	
	3	0.989900	
	4	0.652000	
	5	2.582400	
	6	2.324900	

Para una mejor comprensión de estos valores la Figura 6.1 indica las fuerzas laterales obtenidas con los siete acelerogramas y la media de las mismas.



**Figura 6.1** Fuerzas para estructuras de seis pisos regulares

De igual manera se procedió para el resto de estructuras cuyas medias de las fuerzas laterales máximas por piso son las que se detallan en la Tabla 6.3

**Tabla 6.3** Fuerzas laterales para estructura de 6 pisos en suelo S1 – método Lineal

Caso	No Pisos	Lineal
Regular	1	0.97951
	2	2.38741
	3	2.04234
	4	2.12711
	5	1.95004
	6	2.67341
Mezanine	1	0.28496
	2	0.62886
	3	1.50314
	4	0.91683
	5	1.54069
	6	2.49156
Asimétrica	1	0.39776
	2	0.87193
	3	0.50769
	4	17.08083
	5	26.38351
	6	16.32943

Asim + Meza	1	2.29254
	2	2.31821
	3	0.17596
	4	13.36259
	5	25.15497
	6	16.80661

## 6.9.2 MÉTODO ESTÁTICO

El cálculo de las fuerzas laterales por el método estático obedece a la ecuación

$$F_i = \frac{(V - F_t)w_i h_i}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \quad (6.3)$$

$$F_t = 0.07 * T * V \quad (6.4)$$

En donde:

- $F_t$  La fuerza concentrada que se aplicará en la parte más alta de la estructura, esta fuerza existe solo si  $T > 0.7$ seg caso contrario su valor es nulo ( $F_t = 0$ ).
- $F_i$  Fuerza que debe aplicarse en cada nivel de acuerdo a su distribución de masas
- $W_i$  Peso asignado a cada nivel de la estructura.
- $h_i$  Altura de piso
- $n$  Número de pisos de la estructura
- $T$  Período utilizado para el cálculo del cortante basal total  $V$ .

Obteniéndose para estructuras regulares de 6 pisos en suelo perfil S1 los valores que se indican en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4** Fuerzas estáticas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1

TIPO	PISOS	T 30%	Vo Diseño	Ft	Wx	hi	Fx	Fuerzas Finales
Regular	1	0.83	8.35	0.49	26.25	3.00	0.45	0.45
	2				26.25	6.00	0.89	0.89
	3				22.50	9.00	1.15	1.15
	4				22.50	12.00	1.53	1.53
	5				20.62	15.00	1.75	1.75
	6				20.62	18.00	2.10	2.59

De la misma manera se obtuvieron las fuerzas para el resto de estructuras cuyos valores de fuerzas laterales se indican en la Tabla 6.5.

**Tabla 6.5** Fuerzas estáticas para Estructuras de 6 pisos en suelo S1

Caso	No Pisos	Estático
Regular	1	0.44597
	2	0.89195
	3	1.14677
	4	1.52903
	5	1.75203
	6	2.58806
Mezanine	1	0.51783
	2	0.90620
	3	1.10962
	4	1.44250
	5	1.62745
	6	2.41822
Asimétrica	1	0.57716
	2	1.11309
	3	1.41343
	4	1.87279
	5	2.33215
	6	2.37133
Asim + Meza	1	0.56129
	2	1.02635
	3	1.27834
	4	1.67696
	5	2.07559
	6	2.15979

### 6.9.3 CRITERIO VALOR MÁXIMO PROBABLE

Los valores de las fuerzas laterales por piso obtenidas mediante la aplicación de este criterio de combinación modal son las que se indican en la tabla 6.6.

**Tabla 6.6** Fuerzas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS

Caso	No Pisos	Sismo1
Regular	1	0.43037
	2	0.86893
	3	1.09002
	4	1.45168
	5	1.89923
	6	3.24669

Los valores obtenidos para el resto de estructuras aplicando este criterio se indican en la Tabla 6.7

**Tabla 6.7** Fuerzas para Estructuras de 6 pisos en suelo S1 – criterio SRSS

Caso	No Pisos	Sismo1
Regular	1	0.43037
	2	0.86893
	3	1.09002
	4	1.45168
	5	1.89923
	6	3.24669
Mezanine	1	0.60153
	2	0.97451
	3	1.13374
	4	1.45421
	5	1.90461
	6	3.14782
Asimétrica	1	0.62556
	2	1.35389
	3	1.87622
	4	2.57462
	5	2.55181
	6	2.77729
Asim + Meza	1	0.65679
	2	1.23217
	3	1.63648
	4	2.25452
	5	2.15055
	6	2.40788

#### 6.9.4 CRITERIO VALOR ABSOLUTO

Para aplicar este criterio de combinación modal se utilizó el programa modificado ABSOL y los resultados son los que se indican en la Tabla 6.8

**Tabla 6.8** Fuerzas para Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio ABS

Caso	No Pisos	Absoluto
Regular	1	1.76762
	2	1.72764
	3	2.14410
	4	0.89329
	5	1.82893
	6	5.24134

De la misma forma se obtuvieron las fuerzas de piso en el resto de las estructuras las mismas que se indican en la Tabla 6.9

**Tabla 6.9** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS

Caso	No Pisos	Absoluto
Regular	1	1.76762
	2	1.72764
	3	2.14410
	4	0.89329
	5	1.82893
	6	5.24134
Mezanine	1	1.77588
	2	1.70524
	3	1.62298
	4	1.18054
	5	1.78180
	6	5.01550
Asimétrica	1	1.87315
	2	1.68005
	3	1.76138
	4	2.34458
	5	3.71938
	6	3.71240
Asim + Meza	1	1.80401
	2	1.38506
	3	1.43544
	4	2.35784
	5	3.04225
	6	3.28836

### 6.9.5 CRITERIO PROPUESTO Ing. ALEJANDRO GOMEZ HERNANDEZ

Con el criterio que define el Ing. Gómez se obtuvieron los resultados que se indican en la Tabla 6.10

**Tabla 6.10** Fuerzas par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio AGH

Caso	No Pisos	Modificado
Regular	1	0.29059
	2	0.65163
	3	1.05671
	4	1.47830
	5	1.93380
	6	3.22765

De igual forma se procedió con el resto de estructuras determinándose las fuerzas de piso para cada configuración las que se indican en la Tabla 6.11.

**Tabla 6.11** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH

Caso	No Pisos	Modificado
Regular	1	0.29059
	2	0.65163
	3	1.05671
	4	1.47830
	5	1.93380
	6	3.22765
Mezanine	1	0.42438
	2	0.79252
	3	1.11301
	4	1.54200
	5	1.90434
	6	3.11705
Asimétrica	1	0.54920
	2	1.34532
	3	1.93696
	4	2.46139
	5	2.62827
	6	2.79614
Asim + Meza	1	0.57623
	2	1.23474
	3	1.69266
	4	2.14320
	5	2.22537
	6	2.42934

### 6.9.6 CRITERIO DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIÓN DEL PERÚ 2003

Con el criterio que utiliza la norma técnica del Perú se obtuvo las fuerzas que se muestran en la Tabla 6.12.

**Tabla 6.12** Fuerzas par Estructura Regular de 6 pisos en suelo S1 – criterio Perú

Caso	No Pisos	Perú
Regular	1	0.76468
	2	1.08361
	3	1.35354
	4	1.31208
	5	1.88165
	6	3.74535

Similar al resto de criterios se procedió a obtener para el resto de las estructuras las fuerzas de piso que se indican en la Tabla 6.13.

**Tabla 6.13** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú

Caso	No Pisos	Perú
Regular	1	0.76468
	2	1.08361
	3	1.35354
	4	1.31208
	5	1.88165
	6	3.74535
Mezanine	1	0.89512
	2	1.15719
	3	1.25605
	4	1.38579
	5	1.87391
	6	3.61474
Asimétrica	1	0.93746
	2	1.43543
	3	1.84751
	4	2.51711
	5	2.84370
	6	3.01107
Asim + Meza	1	0.94360
	2	1.27039
	3	1.58622
	4	2.28035
	5	2.37348
	6	2.62800

## 6.10 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S1

Posteriormente se procede a determinar los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para el perfil de suelos con el que se trabajó para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S1.

### ESTRUCTURAS DE UN PISO

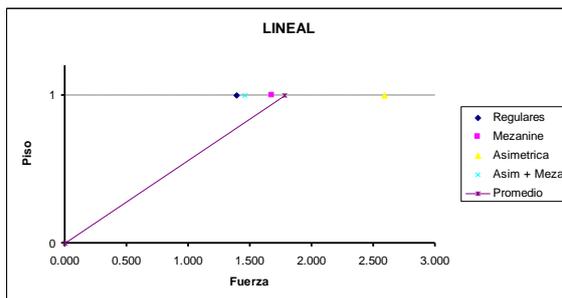
La Tabla 6.14 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.14** Fuerzas para estructuras de un piso – S1

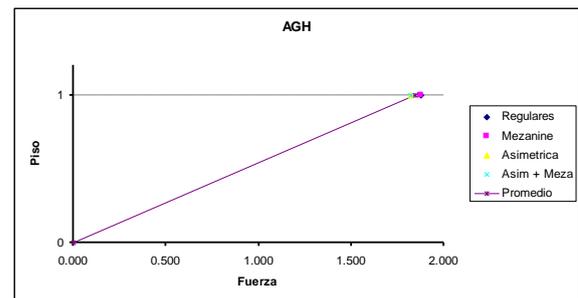
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto

Regulares	1	1.39108	1.68753	1.87500	1.87500	1.87500	1.87500
Mezanine	1	1.67402	1.68753	1.87500	1.87500	1.87500	1.87500
Asimétrica	1	2.58712	1.62001	1.82250	1.82250	1.82250	1.82250
Asim + Meza	1	1.45458	1.62001	1.82250	1.82250	1.82250	1.82250
Promedio	1	1.77670	1.65377	1.84875	1.84875	1.84875	1.84875

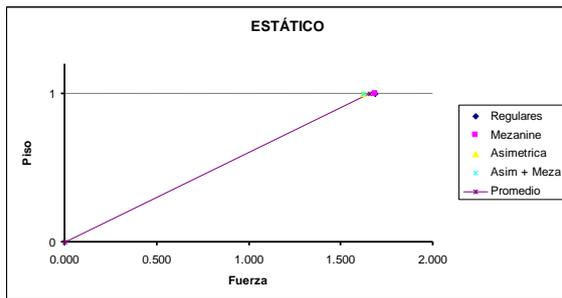
Las Figuras 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 y 6.7 indican de una forma gráfica los valores de las fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



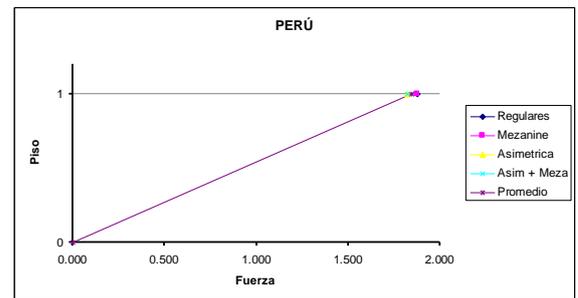
**Figura 6.2** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal



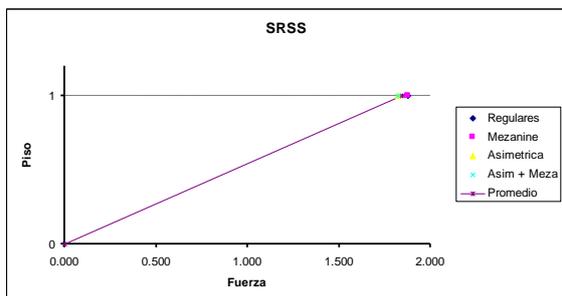
**Figura 6.5** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH



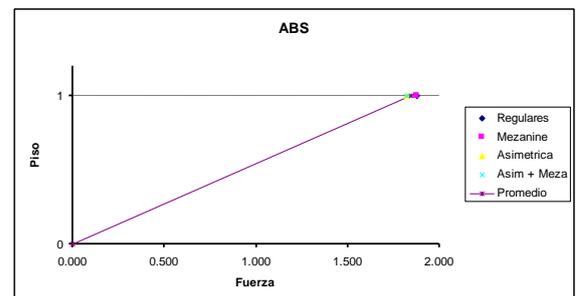
**Figura 6.3** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático



**Figura 6.6** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 6.4** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS



**Figura 6.7** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS

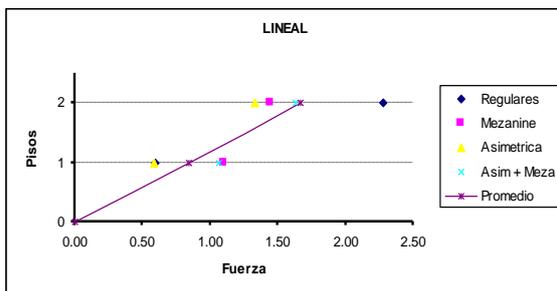
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 6.15 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

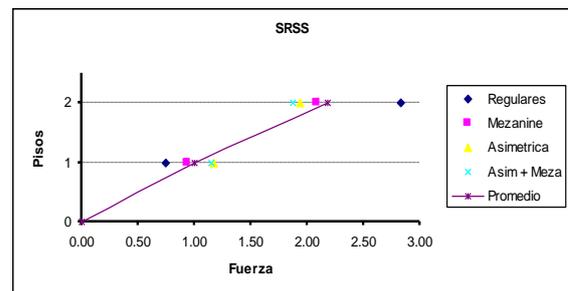
**Tabla 6.15** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S1

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.59840	1.25000	0.74058	0.90945	1.00430	1.22368
	2	2.27504	2.50001	2.82591	2.56501	2.61315	2.90132
Mezanine	1	1.10364	1.36364	0.93483	0.91820	0.95415	1.01212
	2	1.44150	2.38637	2.08379	2.14156	2.17870	2.46341
Asimétrica	1	0.58669	1.44794	1.17109	1.14754	1.17035	1.16812
	2	1.33289	2.23392	1.94137	2.00314	2.03496	2.31571
Asim + Meza	1	1.06423	1.49497	1.14723	1.12190	1.14281	1.12955
	2	1.63447	2.18689	1.86746	1.93137	1.95954	2.23577
Promedio	1	0.83824	1.38914	0.99843	1.02427	1.06790	1.13337
	2	1.67098	2.32680	2.17963	2.16027	2.19659	2.47905

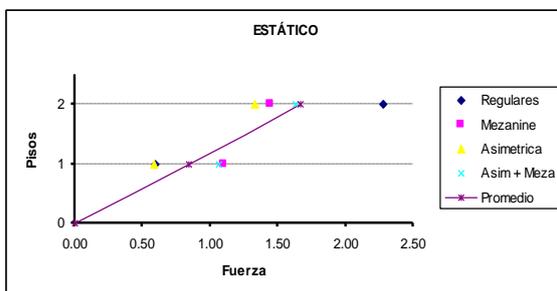
Las Figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 6.12 y 6.13 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



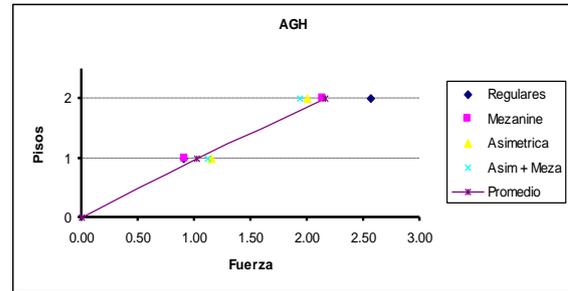
**Figura 6.8** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal



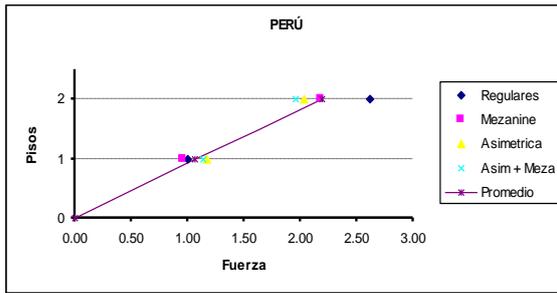
**Figura 6.10** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



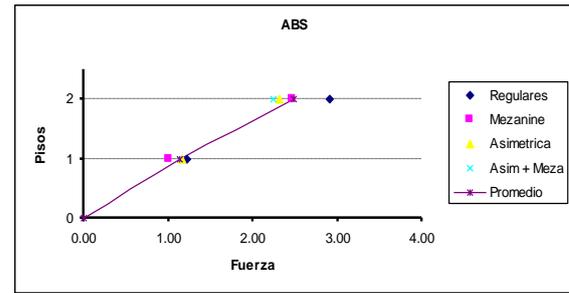
**Figura 6.9** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático



**Figura 6.11** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH



**Figura 6.12** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 6.13** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS

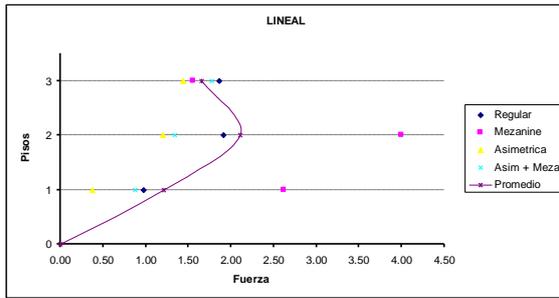
## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

La Tabla 6.16 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

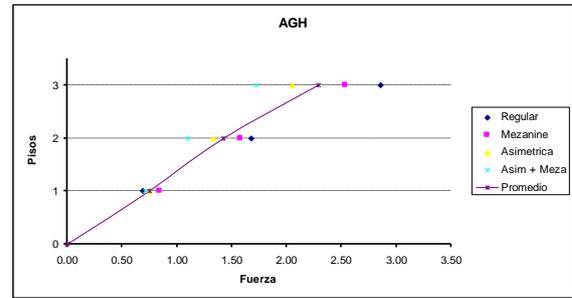
**Tabla 6.16** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S1

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.97360	1.04761	0.72086	0.69164	0.92018	1.51816
	2	1.90991	2.09522	1.68849	1.67853	1.61762	1.40501
	3	1.85851	2.85715	2.80483	2.85852	3.01346	3.63933
Mezanine	1	2.62374	1.11768	0.84973	0.84601	1.01458	1.50914
	2	3.99903	1.95594	1.60979	1.57777	1.49322	1.14351
	3	1.55239	2.54021	2.47495	2.53643	2.66857	3.24943
Asimétrica	1	0.37904	1.20192	0.74120	0.75128	0.89409	1.35274
	2	1.20266	2.31798	1.37759	1.33435	1.28595	1.01101
	3	1.44049	2.51830	1.97340	2.05210	2.14835	2.67319
Asim + Meza	1	0.87890	1.24878	0.71153	0.71335	0.80247	1.07527
	2	1.33586	2.28349	1.14994	1.10482	1.08151	0.87619
	3	1.77050	2.43334	1.62905	1.72553	1.78735	2.26225
Promedio	1	1.21382	1.15400	0.75583	0.75057	0.90783	1.36383
	2	2.11186	2.16316	1.45645	1.42387	1.36958	1.10893
	3	1.65547	2.58725	2.22056	2.29315	2.40443	2.95605

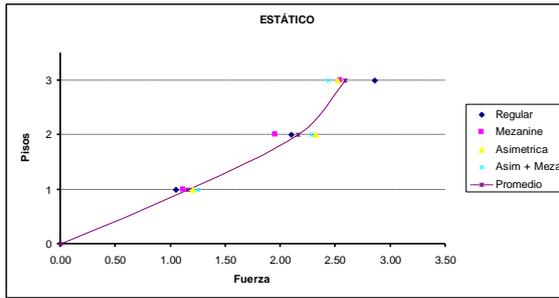
Las Figuras 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18 y 6.19 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



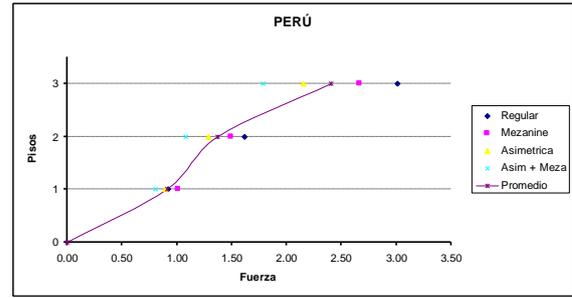
**Figura 6.14** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal



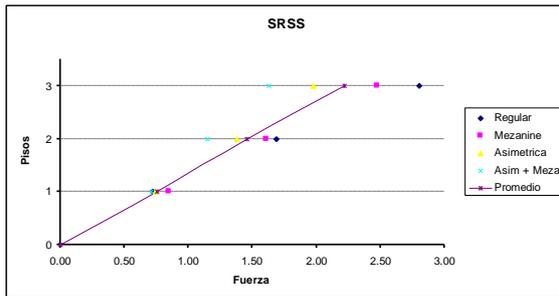
**Figura 6.17** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH



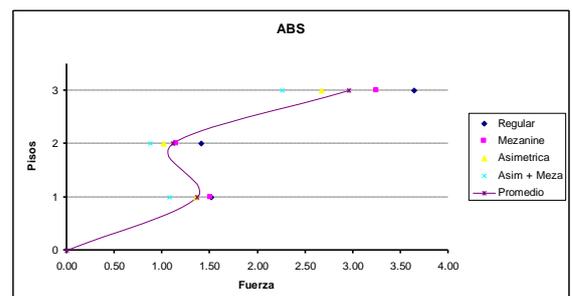
**Figura 6.15** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 6.18** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 6.16** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 6.19** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

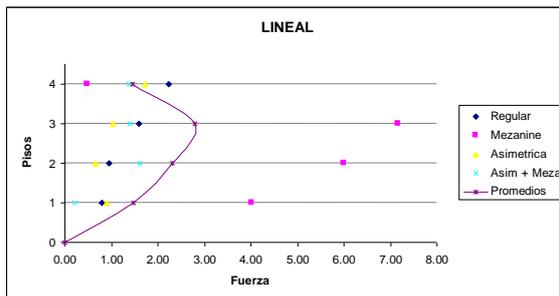
La Tabla 6.17 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.17** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S1

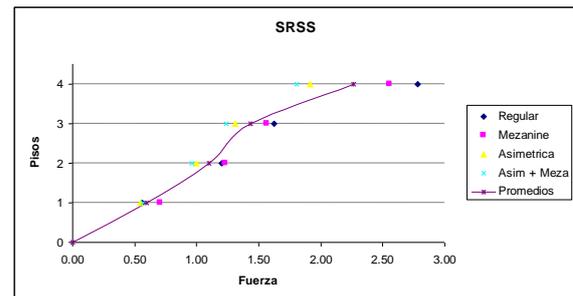
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.79690	0.76215	0.55960	0.46751	0.79381	1.49645
	2	0.95964	1.52431	1.19790	1.15936	1.26848	1.48021
	3	1.59109	1.90543	1.62268	1.64544	1.57556	1.43421
	4	2.23060	2.54057	2.78413	2.83481	3.08801	3.99966

Mezanine	1	4.02871	0.84068	0.70591	0.62130	0.88988	1.44182
	2	5.99173	1.47118	1.22924	1.21640	1.22636	1.21771
	3	7.15560	1.75145	1.56429	1.57753	1.53410	1.44351
	4	0.48121	2.27688	2.55494	2.60830	2.83466	3.67382
Asimétrica	1	0.88759	0.87625	0.54589	0.50455	0.74022	1.32324
	2	0.66374	1.68990	0.99633	0.96623	0.97184	0.89838
	3	1.02589	2.27600	1.31399	1.33283	1.32547	1.35991
	4	1.73519	2.41252	1.91161	1.99048	2.15937	2.90265
Asim + Meza	1	0.20644	0.83925	0.56985	0.52281	0.74235	1.25988
	2	1.60576	1.53462	0.96074	0.93391	0.91561	0.78022
	3	1.39516	2.02730	1.24016	1.25075	1.25431	1.29676
	4	1.38386	2.12754	1.80436	1.89370	2.04825	2.77993
Promedios	1	1.47991	0.82958	0.59531	0.52904	0.79157	1.38035
	2	2.30522	1.55500	1.09605	1.06897	1.09557	1.09413
	3	2.79193	1.99004	1.43528	1.45164	1.42236	1.38360
	4	1.45771	2.33938	2.26376	2.33182	2.53257	3.33902

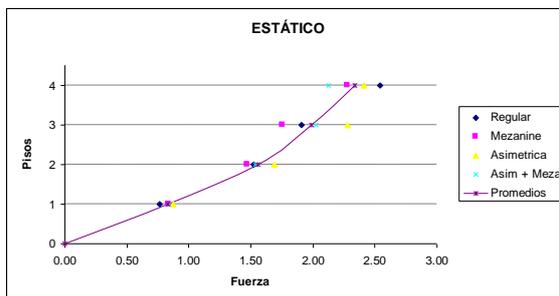
Las Figuras 6.20, 6.21, 6.22, 6.23, 6.24 y 6.25 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



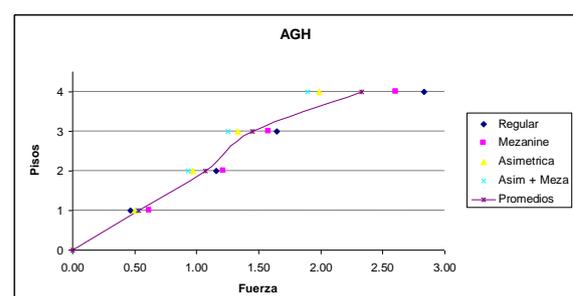
**Figura 6.20** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



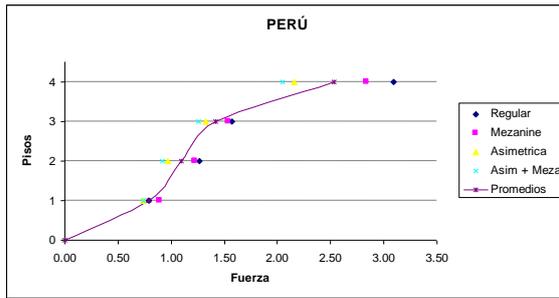
**Figura 6.22** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



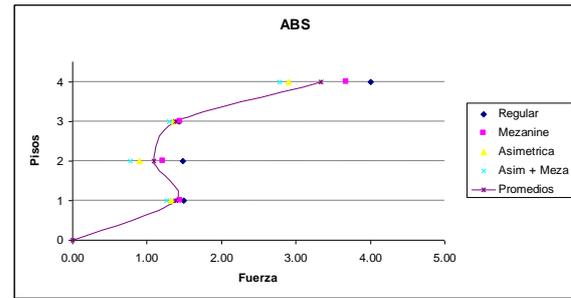
**Figura 6.21** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático



**Figura 6.23** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH



**Figura 6.24** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú



**Figura 6.25** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

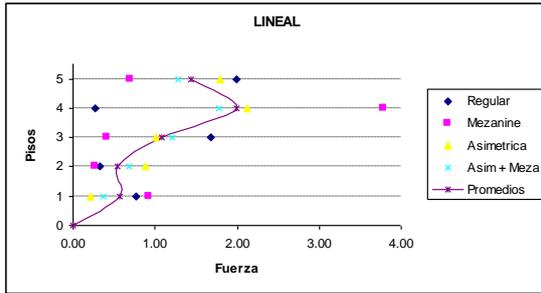
## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

La Tabla 6.18 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

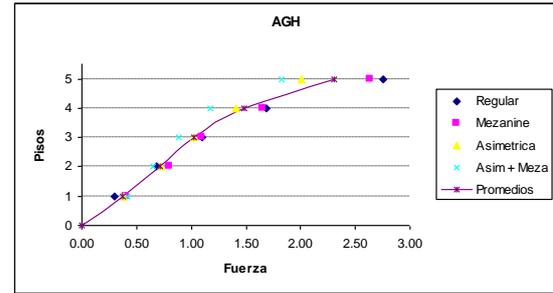
**Tabla 6.18** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S1

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.77140	0.54740	0.45786	0.29705	0.74620	1.61120
	2	0.32981	1.09480	0.87233	0.68364	1.09081	1.74623
	3	1.67873	1.51583	1.09554	1.10132	1.06378	0.96850
	4	0.26666	2.02111	1.62899	1.68587	1.61174	1.55996
	5	1.98684	2.71619	2.73696	2.74941	3.14805	4.38131
Mezanine	1	0.92203	0.62243	0.60166	0.40394	0.85701	1.62305
	2	0.26577	1.08926	0.91682	0.80308	1.16207	1.89780
	3	0.41794	1.43635	1.08236	1.09989	0.93869	0.50768
	4	3.78336	1.86725	1.62735	1.65152	1.60938	1.55548
	5	0.70276	2.50697	2.62462	2.63550	3.00850	4.16012
Asimétrica	1	0.21319	0.67951	0.47442	0.38915	0.74108	1.54105
	2	0.88833	1.20129	0.75673	0.72275	0.90824	1.36279
	3	1.01686	1.77968	1.02912	1.02428	0.87504	0.41278
	4	2.11467	2.35808	1.42429	1.41291	1.47129	1.61232
	5	1.79061	2.13562	1.92555	2.00672	2.25602	3.24745
Asim + Meza	1	0.36690	0.62559	0.51396	0.41656	0.75550	1.48011
	2	0.67656	1.04862	0.69397	0.65544	0.77537	1.01955
	3	1.20823	1.52377	0.86213	0.88750	0.74417	0.39032
	4	1.78559	1.99893	1.21129	1.17504	1.25653	1.39224
	5	1.27754	2.17497	1.72988	1.82396	2.03593	2.95407
Promedios	1	0.56838	0.61873	0.51197	0.37668	0.77494	1.56385
	2	0.54012	1.10849	0.80996	0.71623	0.98412	1.50659
	3	1.08044	1.56391	1.01729	1.02825	0.90542	0.56982
	4	1.98757	2.06134	1.47298	1.48134	1.48724	1.53000
	5	1.43944	2.38344	2.25425	2.30390	2.61213	3.68574

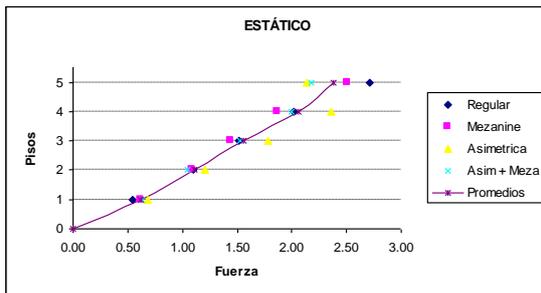
Las Figuras 6.26, 6.27, 6.28, 6.29, 6.30 y 6.31 indican de una forma gráfica los valores de las fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



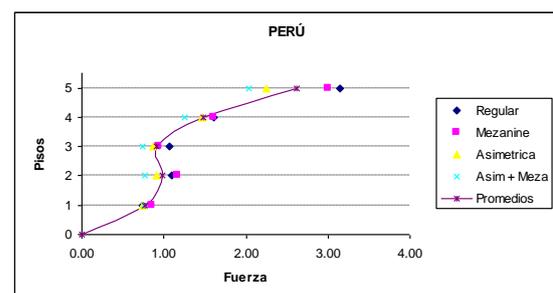
**Figura 6.26** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal



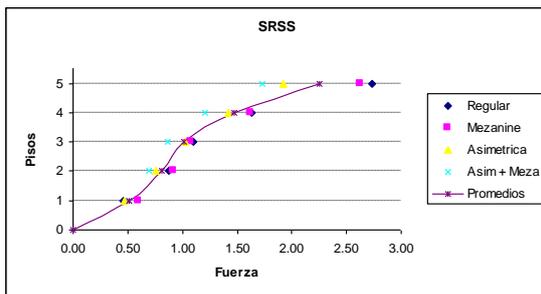
**Figura 6.29** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



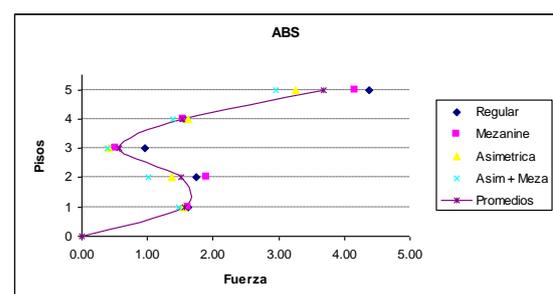
**Figura 6.27** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 6.30** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 6.28** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



**Figura 6.31** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

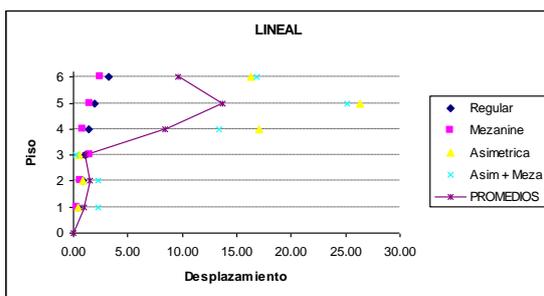
La Tabla 6.19 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.19** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S1

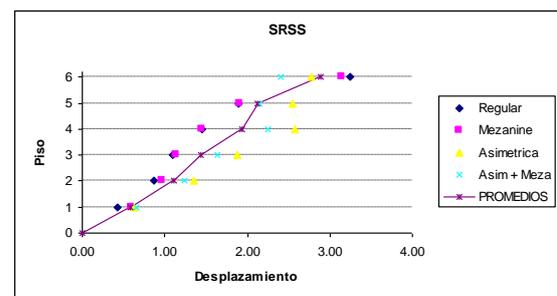
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.97951	0.44597	0.43037	0.29059	0.76468	1.76762
	2	2.38741	0.89195	0.86893	0.65163	1.08361	1.72764
	3	2.04234	1.14677	1.09002	1.05671	1.35354	2.14410
	4	2.12711	1.52903	1.45168	1.47830	1.31208	0.89329
	5	1.95004	1.75203	1.89923	1.93380	1.88165	1.82893
	6	2.67341	2.58806	3.24669	3.22765	3.74535	5.24134

Mezanine	1	0.28496	0.51783	0.60153	0.42438	0.89512	1.77588
	2	0.62886	0.90620	0.97451	0.79252	1.15719	1.70524
	3	1.50314	1.10962	1.13374	1.11301	1.25605	1.62298
	4	0.91683	1.44250	1.45421	1.54200	1.38579	1.18054
	5	1.54069	1.62745	1.90461	1.90434	1.87391	1.78180
	6	2.49156	2.41822	3.14782	3.11705	3.61474	5.01550
Asimétrica	1	0.39776	0.57716	0.62556	0.54920	0.93746	1.87315
	2	0.87193	1.11309	1.35389	1.34532	1.43543	1.68005
	3	0.50769	1.41343	1.87622	1.93696	1.84751	1.76138
	4	17.08083	1.87279	2.57462	2.46139	2.51711	2.34458
	5	26.38351	2.33215	2.55181	2.62827	2.84370	3.71938
	6	16.32943	2.37133	2.77729	2.79614	3.01107	3.71240
Asim + Meza	1	2.29254	0.56129	0.65679	0.57623	0.94360	1.80401
	2	2.31821	1.02635	1.23217	1.23474	1.27039	1.38506
	3	0.17596	1.27834	1.63648	1.69266	1.58622	1.43544
	4	13.36259	1.67696	2.25452	2.14320	2.28035	2.35784
	5	25.15497	2.07559	2.15055	2.22537	2.37348	3.04225
	6	16.80661	2.15979	2.40788	2.42934	2.62800	3.28836
PROMEDIOS	1	0.98869	0.52556	0.57856	0.46010	0.88521	1.80517
	2	1.55160	0.98440	1.10737	1.00605	1.23666	1.62450
	3	1.05728	1.23704	1.43412	1.44984	1.51083	1.74098
	4	8.37184	1.63032	1.93376	1.90622	1.87383	1.69406
	5	13.75730	1.94681	2.12655	2.17295	2.24319	2.59309
	6	9.57525	2.38435	2.89492	2.89255	3.24979	4.31440

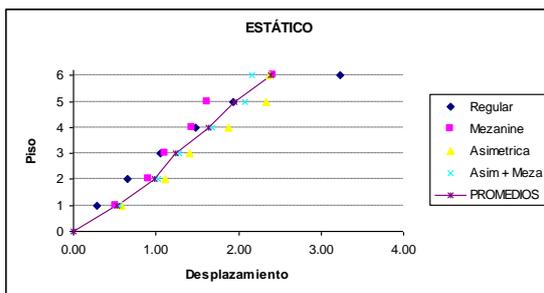
Las Figuras 6.32, 6.33, 6.34, 6.35, 6.36 y 6.37 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



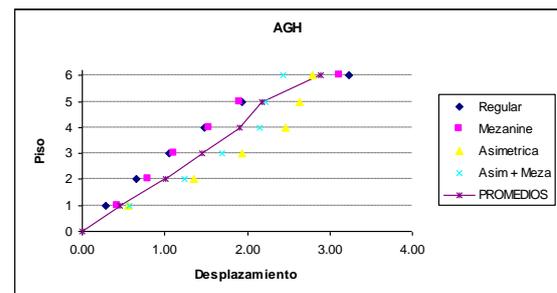
**Figura 4.32** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal



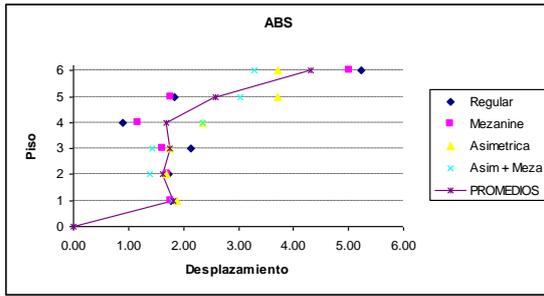
**Figura 4.34** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS



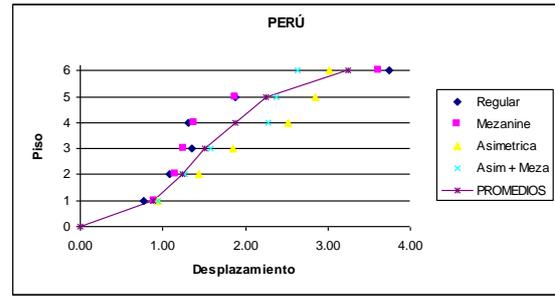
**Figura 4.33** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático



**Figura 4.35** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH



**Figura 4.36** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS



**Figura 4.37** Fuerzas para estructuras de seis pisos - criterio Perú

## 6.11 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S2

De igual manera se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S2.

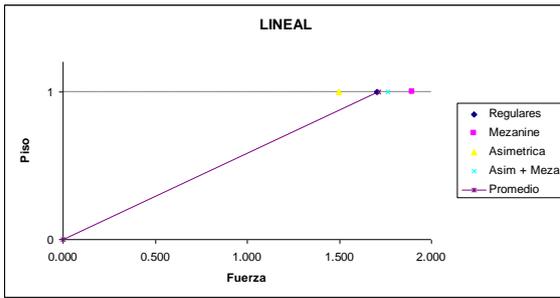
### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 6.20 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

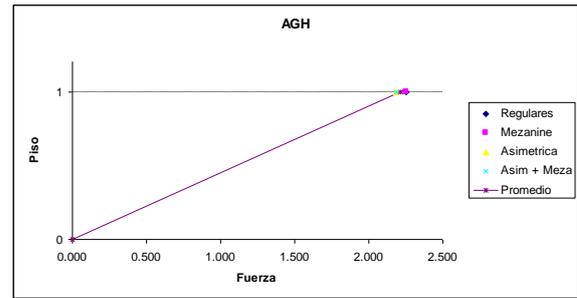
**Tabla 6.20** Fuerzas para estructuras de un piso – S2

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	1.70556	2.02504	2.25000	2.25000	2.25000	2.25000
Mezanine	1	1.89852	2.02504	2.25000	2.25000	2.25000	2.25000
Asimétrica	1	1.49645	1.94401	2.18700	2.18700	2.18700	2.18700
Asim + Meza	1	1.76307	1.94401	2.18700	2.18700	2.18700	2.18700
Promedio	1	1.71590	1.98452	2.21850	2.21850	2.21850	2.21850

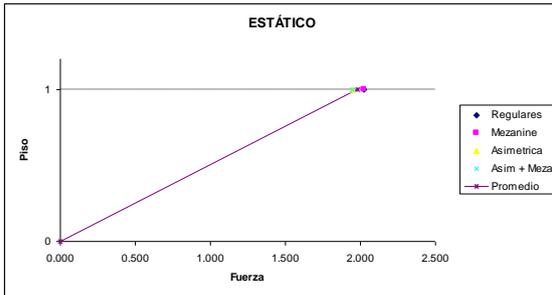
Las Figuras 6.38, 6.39, 6.40, 6.41, 6.42 y 6.43 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



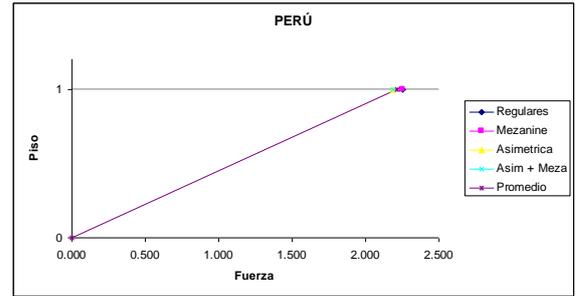
**Figura 6.38** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal



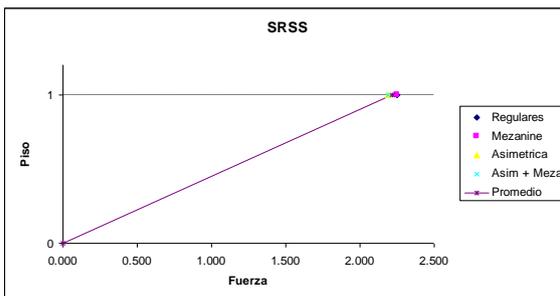
**Figura 6.41** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH



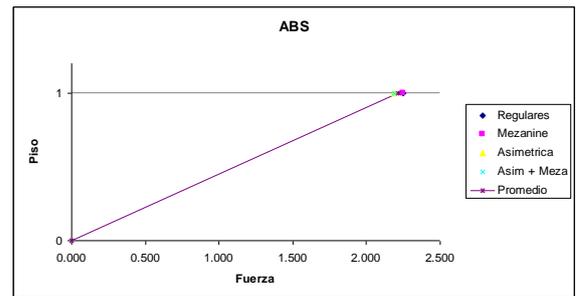
**Figura 6.39** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático



**Figura 6.42** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 6.40** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS



**Figura 6.43** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

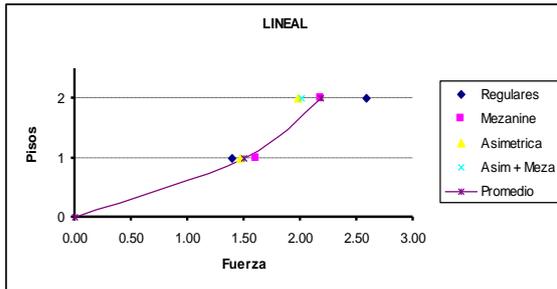
La Tabla 6.21 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.21** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S2

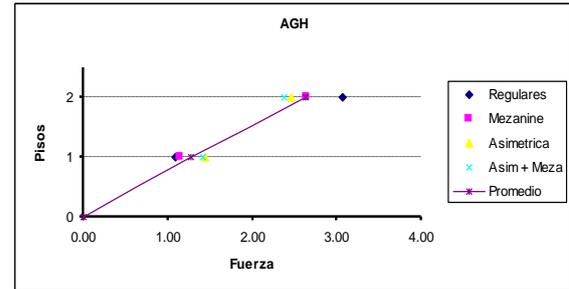
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	1.39689	1.50001	1.37196	1.08575	1.50644	1.46840
	2	2.58223	3.00001	3.31196	3.06162	3.91973	3.48158
Mezanine	1	1.61017	1.63637	1.16362	1.14769	1.18678	1.25629
	2	2.17671	2.86365	2.58965	2.63747	2.70400	3.04703
Asimétrica	1	1.47331	1.73752	1.45928	1.44009	1.45817	1.45485
	2	1.97859	2.68071	2.41217	2.46345	2.52496	2.86332

Asim + Meza	1	1.50156	1.79396	1.42981	1.40938	1.42426	1.40763
	2	2.00651	2.62427	2.32014	2.37340	2.43112	2.76406
Promedio	1	1.49548	1.66696	1.35617	1.27073	1.39391	1.39679
	2	2.18601	2.79216	2.65848	2.63399	2.89495	3.03900

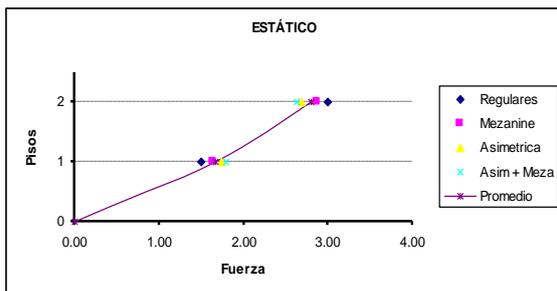
Las Figuras 6.44, 6.45, 6.46, 6.47, 6.48 y 6.49 indican de una forma gráfica los valores de las fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



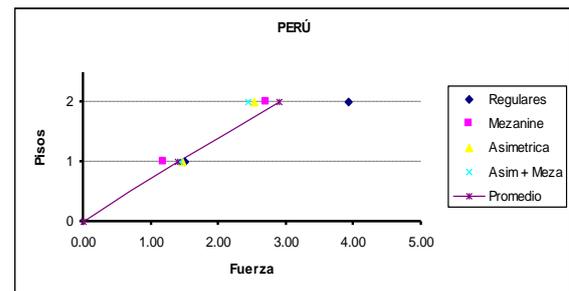
**Figura 6.44** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal



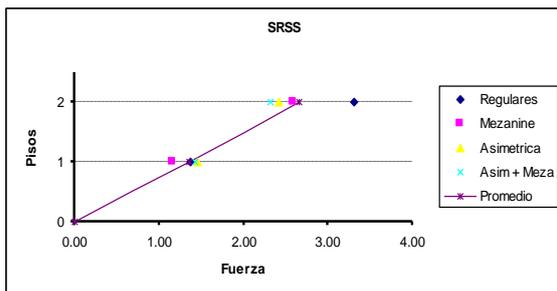
**Figura 6.47** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH



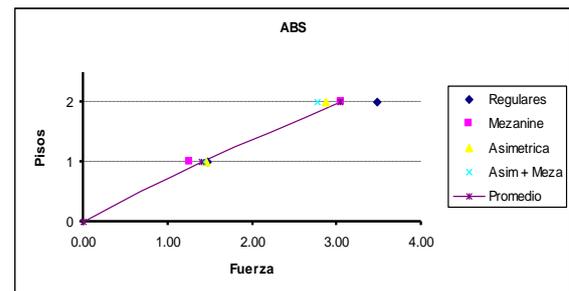
**Figura 6.45** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático



**Figura 6.48** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 6.46** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 6.49** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS

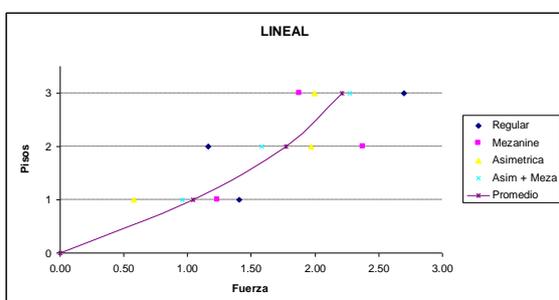
## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

La Tabla 6.22 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

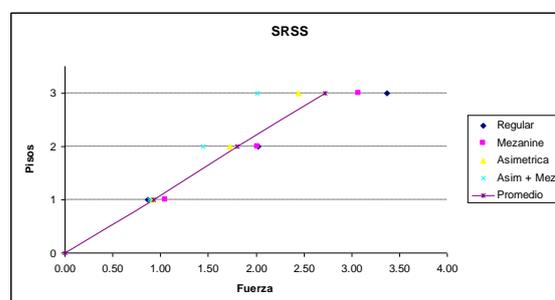
**Tabla 6.22** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S2

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	1.40801	1.25713	0.86503	0.81425	1.10422	1.82179
	2	1.16241	2.51426	2.02619	2.03513	1.94115	1.68601
	3	2.69630	3.42858	3.36580	3.39674	3.61615	4.36720
Mezanine	1	1.23679	1.39102	1.05131	1.03403	1.24989	1.84564
	2	2.37414	2.43429	2.01309	2.00275	1.87206	1.44896
	3	1.87680	3.16145	3.06982	3.10682	3.30341	4.00418
Asimétrica	1	0.57884	1.44230	0.91697	0.91468	1.10109	1.65348
	2	1.97211	2.78158	1.72459	1.70394	1.61343	1.27994
	3	1.99274	3.02196	2.44448	2.49620	2.65579	3.28970
Asim + Meza	1	0.96034	1.51677	0.88180	0.87538	0.99138	1.32010
	2	1.58234	2.77353	1.44210	1.42070	1.35870	1.10851
	3	2.27433	2.95554	2.01516	2.08322	2.20656	2.78076
Promedio	1	1.04600	1.40181	0.92878	0.90959	1.11164	1.66025
	2	1.77275	2.62591	1.80149	1.79063	1.69634	1.38086
	3	2.21004	3.14188	2.72382	2.77075	2.94548	3.61046

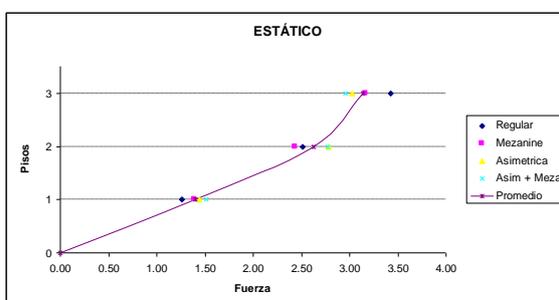
Las Figuras 6.50, 6.51, 6.52, 6.53, 6.54 y 6.55 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



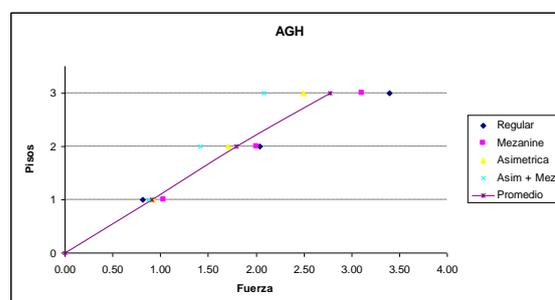
**Figura 6.50** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal



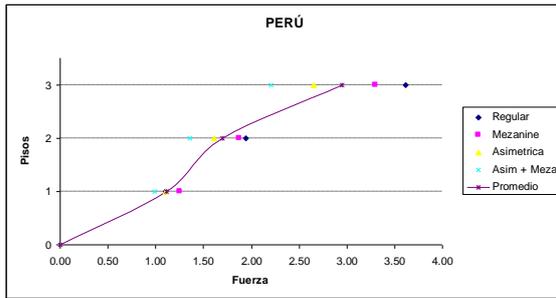
**Figura 6.52** Fuerzas para estructuras de tres pisos criterio SRSS



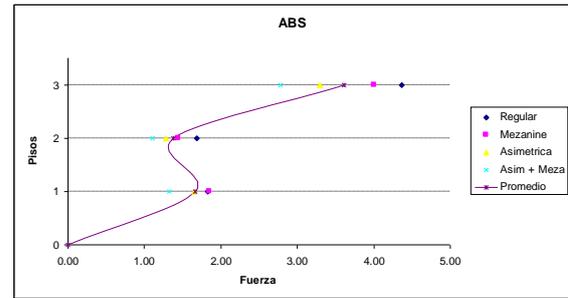
**Figura 6.51** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 6.53** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH



**Figura 6.54** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 6.55** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS

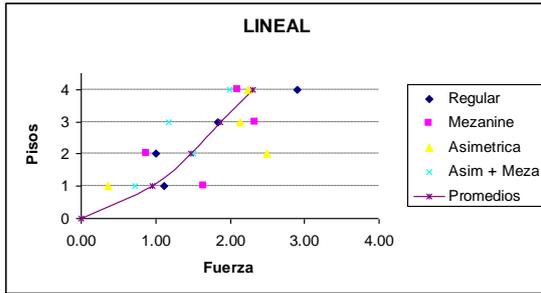
## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

La Tabla 6.23 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

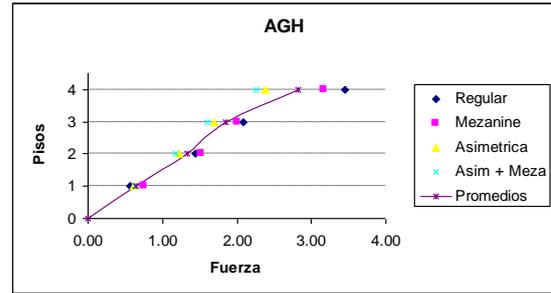
**Tabla 6.23** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S2

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	1.11516	0.94855	0.68147	0.55883	0.96431	1.81284
	2	1.00296	1.89710	1.48719	1.44176	1.57233	1.82775
	3	1.83283	2.37143	2.03337	2.08552	1.97521	1.80074
	4	2.90337	3.16190	3.44699	3.45670	3.81378	4.91414
Mezanine	1	1.64737	1.04628	0.86569	0.75531	1.08801	1.75497
	2	0.88416	1.83098	1.53157	1.52276	1.52790	1.51691
	3	2.33600	2.17979	1.95969	2.00031	1.92197	1.80881
	4	2.09754	2.83373	3.16158	3.17360	3.49938	4.51278
Asimétrica	1	0.36337	1.09055	0.66859	0.60477	0.90309	1.60659
	2	2.49609	2.10320	1.24211	1.21727	1.21247	1.12356
	3	2.13541	2.83263	1.65081	1.70193	1.66288	1.69907
	4	2.23559	3.00254	2.35726	2.38701	2.65706	3.55645
Asim + Meza	1	0.72820	1.04450	0.69843	0.62915	0.90674	1.53165
	2	1.51361	1.90994	1.19959	1.18168	1.14496	0.98109
	3	1.18227	2.52311	1.55879	1.60122	1.57410	1.62003
	4	1.99761	2.64787	2.22317	2.26224	2.51838	3.40399
Promedios	1	0.96353	1.03247	0.72855	0.63702	0.96554	1.67651
	2	1.47420	1.93530	1.36512	1.34087	1.36442	1.36233
	3	1.87163	2.47674	1.80067	1.84725	1.78354	1.73216
	4	2.30853	2.91151	2.79725	2.81989	3.12215	4.09684

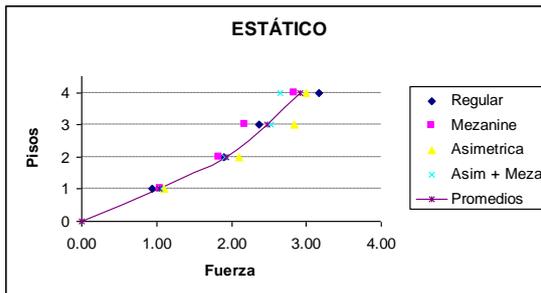
Las Figuras 6.56, 6.57, 6.58, 6.59, 6.60 y 6.61 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



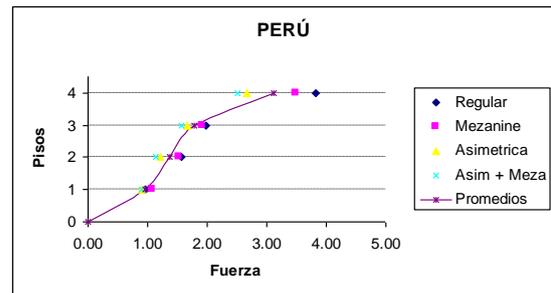
**Figura 6.56** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



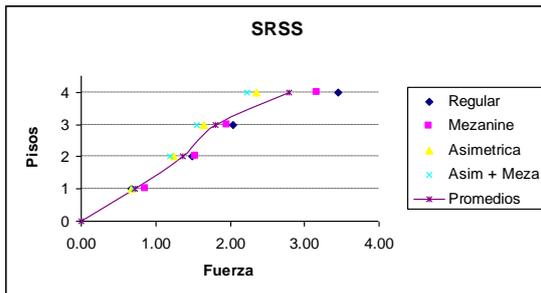
**Figura 6.59** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH



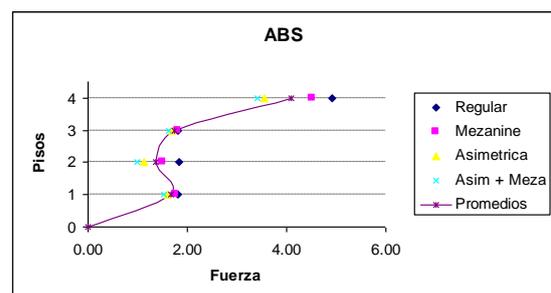
**Figura 6.57** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático



**Figura 6.60** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú



**Figura 6.58** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



**Figura 6.61** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

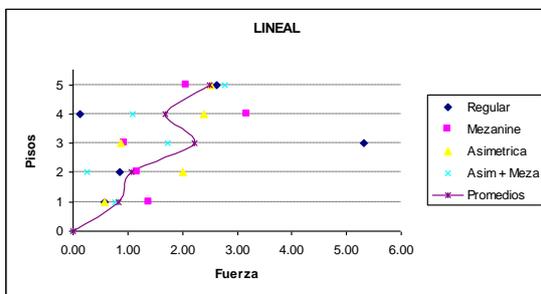
La Tabla 6.24 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.24** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S2

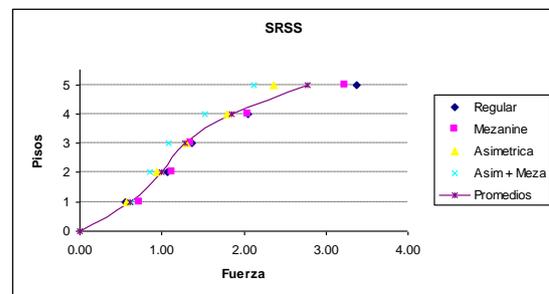
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.57370	0.68127	0.54817	0.34170	0.89665	1.94208
	2	0.85806	1.36255	1.06293	0.82918	1.32781	2.12243
	3	5.31170	1.88655	1.36893	1.38635	1.33017	1.21386
	4	0.13060	2.51540	2.04794	2.14921	2.02497	1.95607
	5	2.62926	3.38047	3.37481	3.31671	3.87170	5.36237

Mezanine	1	1.38056	0.77466	0.72473	0.47759	1.03394	1.96157
	2	1.17420	1.35566	1.12391	0.97575	1.42026	2.30932
	3	0.94876	1.78763	1.35775	1.39814	1.18407	0.66302
	4	3.19094	2.32391	2.04289	2.10576	2.01943	1.94491
	5	2.07014	3.12009	3.23534	3.17640	3.69952	5.09207
Asimétrica	1	0.58386	0.84569	0.57432	0.45544	0.89620	1.86187
	2	2.00239	1.49508	0.93424	0.88474	1.11697	1.66517
	3	0.88539	2.21493	1.29323	1.31539	1.10686	0.54774
	4	2.38511	2.93478	1.78892	1.81239	1.84374	2.00818
	5	2.52993	2.65792	2.36412	2.37335	2.76420	3.96444
Asim + Meza	1	0.77693	0.77858	0.62219	0.48854	0.91409	1.78979
	2	0.25816	1.30507	0.85820	0.80878	0.95654	1.25155
	3	1.73587	1.89643	1.08832	1.14629	0.94498	0.51498
	4	1.08263	2.48779	1.52222	1.51706	1.57520	1.73415
	5	2.77833	2.70689	2.11902	2.13825	2.48985	3.60233
Promedios	1	0.82876	0.77005	0.61735	0.44082	0.93522	1.88883
	2	1.07320	1.37959	0.99482	0.87462	1.20540	1.83712
	3	2.22043	1.94638	1.27706	1.31154	1.14152	0.73490
	4	1.69732	2.56547	1.85049	1.89611	1.86584	1.91083
	5	2.50191	2.96634	2.77332	2.75118	3.20632	4.50530

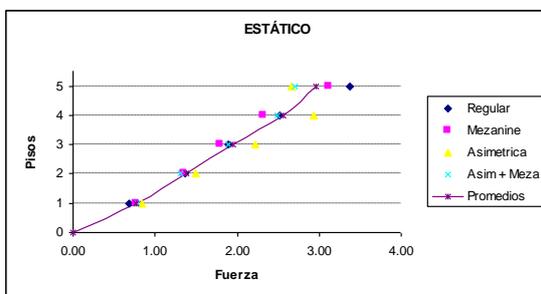
Las Figuras 6.62, 6.63, 6.64, 6.65, 6.66 y 6.67 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



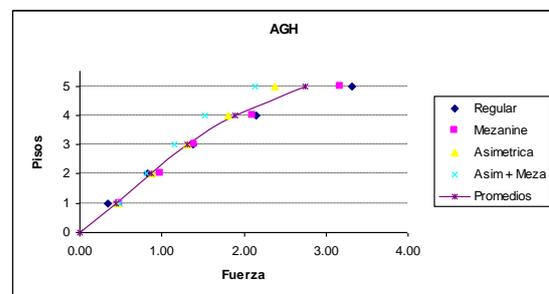
**Figura 6.62** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal



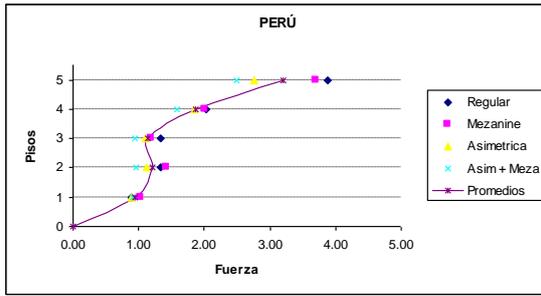
**Figura 6.64** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



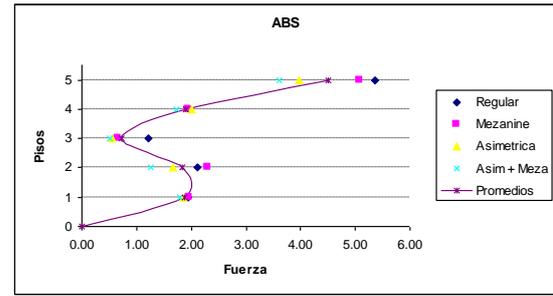
**Figura 6.63** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 6.65** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



**Figura 6.66** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 6.67** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

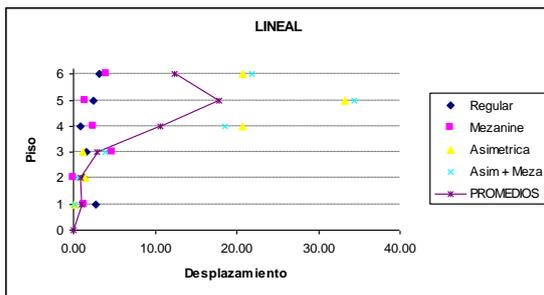
La Tabla 6.25 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.25** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S2

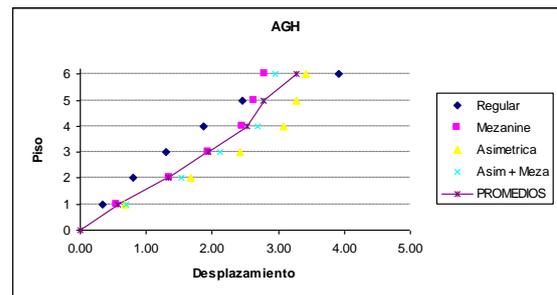
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	2.74789	0.55504	0.51698	0.33824	0.92031	2.13029
	2	1.32467	1.11009	1.05829	0.79559	1.31864	2.09972
	3	1.55177	1.42723	1.34848	1.29832	1.66568	2.61730
	4	0.93164	1.90297	1.81758	1.86733	1.64877	1.14231
	5	2.49056	2.18051	2.38135	2.45510	2.35834	2.28931
	6	3.19041	3.22100	4.00639	3.91086	4.60872	6.41570
Mezanine	1	1.24669	0.64447	0.62556	0.54920	0.93746	2.14670
	2	0.06439	1.12783	1.35389	1.34532	1.43543	2.07962
	3	4.79411	1.38099	1.87622	1.93696	1.84751	1.99639
	4	2.38890	1.79529	2.57462	2.46139	2.51711	1.48907
	5	1.41264	2.02547	2.55181	2.62827	2.84370	2.23154
	6	3.96919	3.00964	2.77729	2.79614	3.01107	6.14004
Asimétrica	1	0.18801	0.71831	0.76718	0.66824	1.14283	2.26981
	2	1.49843	1.38531	1.68390	1.67320	1.78188	2.07584
	3	1.17623	1.75910	2.34350	2.42082	2.30803	2.20162
	4	20.65670	2.33081	3.20131	3.08490	3.13266	2.92671
	5	33.23951	2.90251	3.18222	3.27043	3.53177	4.58043
	6	20.67973	2.95128	3.44040	3.42309	3.72285	4.57018
Asim + Meza	1	0.09497	0.69856	0.80546	0.70114	1.15107	2.18793
	2	0.57079	1.27736	1.53423	1.53827	1.58001	1.71735
	3	3.91650	1.59098	2.04577	2.12014	1.98436	1.80015
	4	18.62806	2.08709	2.80102	2.68211	2.83261	2.92737
	5	34.42110	2.58320	2.68503	2.77657	2.95158	3.75123
	6	21.85801	2.68800	2.97867	2.95953	3.24494	4.04373

PROMEDIOS	1	1.06939	0.65410	0.67879	0.56421	1.03792	2.18368
	2	0.86457	1.22515	1.40758	1.33809	1.52899	1.99313
	3	2.85965	1.53957	1.90349	1.94406	1.95140	2.15387
	4	10.65133	2.02904	2.59863	2.52393	2.53279	2.12137
	5	17.89095	2.42293	2.70010	2.78259	2.92135	3.21313
	6	12.42434	2.96748	3.30069	3.27241	3.64690	5.29241

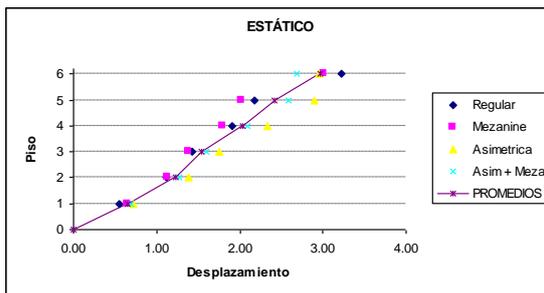
Las Figuras 6.68, 6.69, 6.70, 6.71, 6.72 y 6.73 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



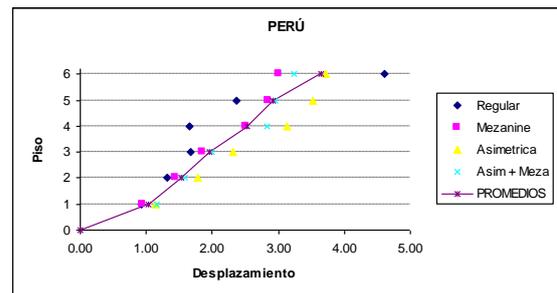
**Figura 6.68** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal



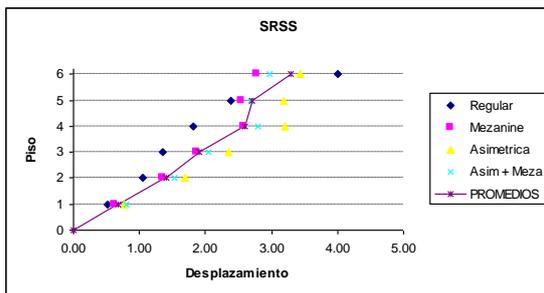
**Figura 6.71** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH



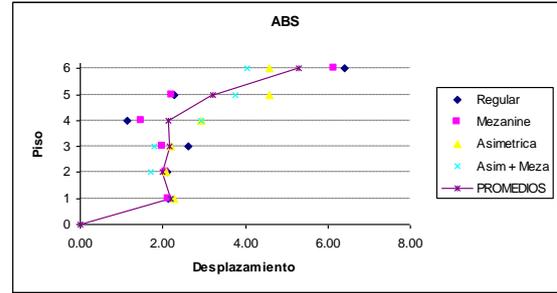
**Figura 6.69** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático



**Figura 6.72** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú



**Figura 6.70** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS



**Figura 6.73** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS

## 6.12 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S3

Se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S3.

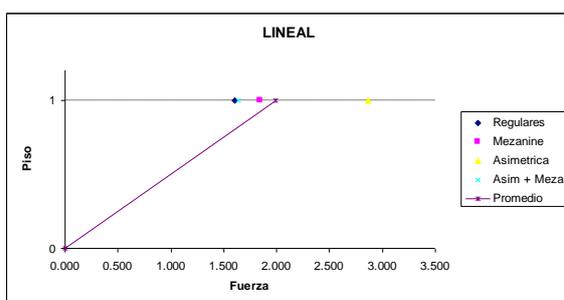
### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 6.26 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

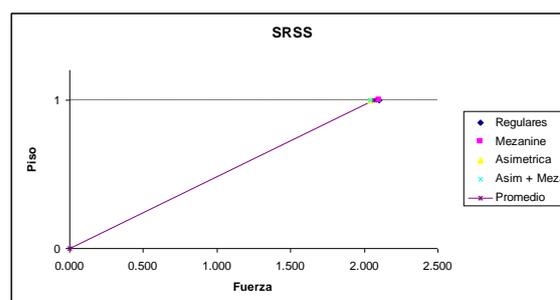
**Tabla 6.26** Fuerzas para estructuras de un piso – S3

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	1.60842	1.89003	2.10000	2.10000	2.10000	2.10000
Mezanine	1	1.84488	1.89003	2.10000	2.10000	2.10000	2.10000
Asimétrica	1	2.86135	1.81441	2.04120	2.04120	2.04120	2.04120
Asim + Meza	1	1.63649	1.81441	2.04120	2.04120	2.04120	2.04120
Promedio	1	1.98779	1.85222	2.07060	2.07060	2.07060	2.07060

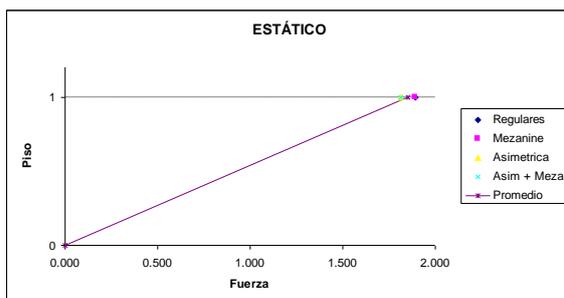
Las Figuras 6.74, 6.75, 6.76, 6.77, 6.78 y 6.79 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



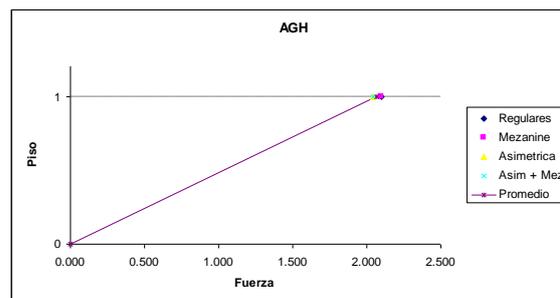
**Figura 6.74** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal



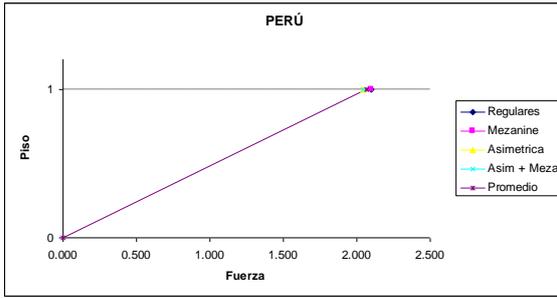
**Figura 6.76** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS



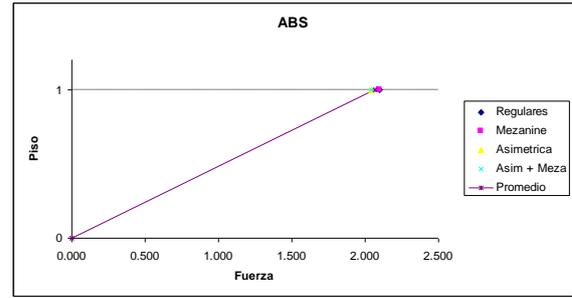
**Figura 6.75** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático



**Figura 6.77** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 6.78** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 6.79** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS

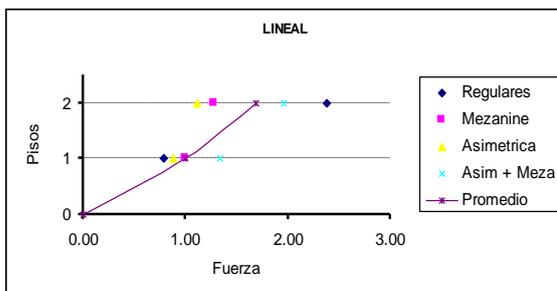
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 6.27 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

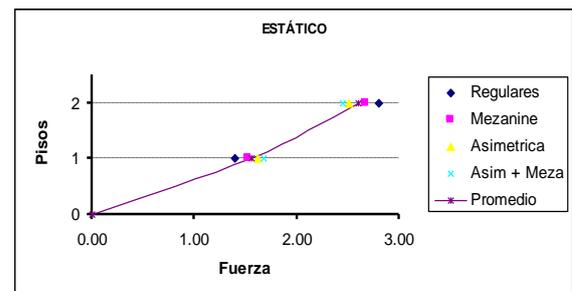
**Tabla 6.27** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S3

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.78076	1.40001	0.96479	1.01523	1.12481	1.37052
	2	2.38249	2.80001	3.01861	2.86299	2.92673	3.24948
Mezanine	1	1.00101	1.52728	1.27624	1.26240	1.29779	1.36246
	2	1.27619	2.67274	2.82380	2.86760	2.93224	3.25754
Asimétrica	1	0.87859	1.62169	1.55989	1.54150	1.55819	1.55309
	2	1.11030	2.50200	2.55580	2.60409	2.66258	2.98291
Asim + Meza	1	1.34007	1.67436	1.58972	1.57068	1.58359	1.56519
	2	1.96223	2.44932	2.54874	2.59709	2.65426	2.97081
Promedio	1	1.00011	1.55583	1.34766	1.34745	1.39110	1.46282
	2	1.68280	2.60602	2.73674	2.73294	2.79395	3.11519

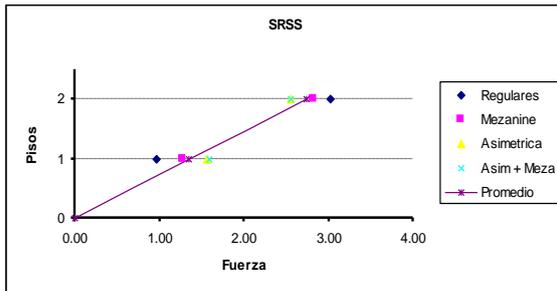
Las Figuras 6.80, 6.81, 6.82, 6.83, 6.84 y 6.85 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



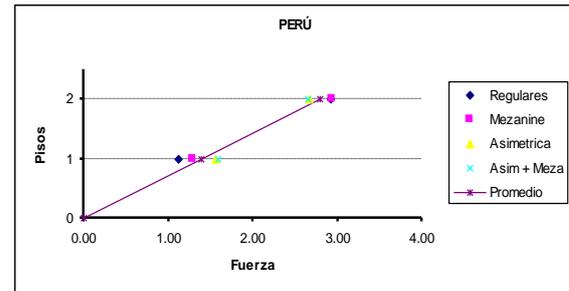
**Figura 6.80** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal



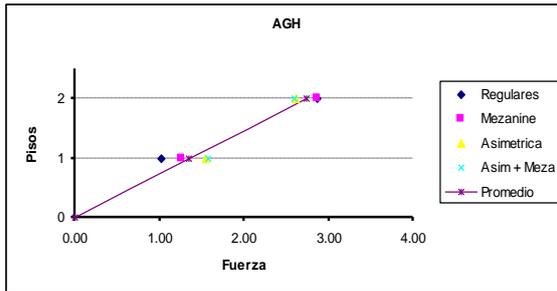
**Figura 6.81** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático



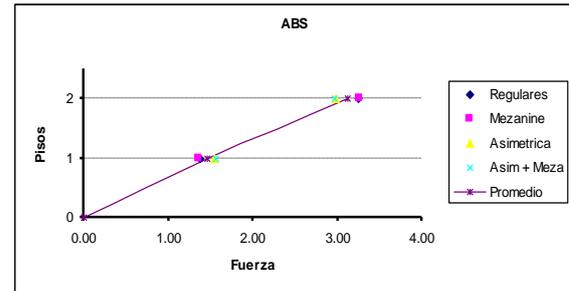
**Figura 6.82** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 6.84** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 6.83** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH



**Figura 6.85** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS

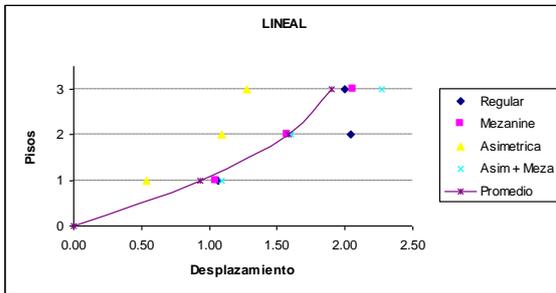
## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

La Tabla 6.28 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

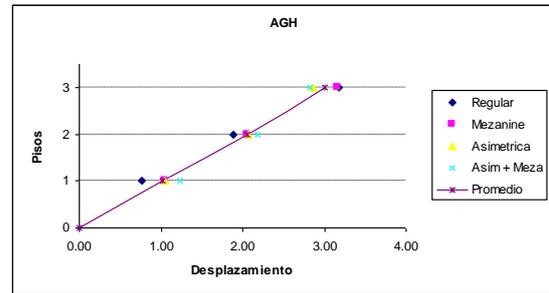
**Tabla 6.28** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S3

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	1.06613	1.17332	0.80736	0.76522	1.03060	1.70033
	2	2.04620	2.34664	1.89111	1.89246	1.81174	1.57361
	3	1.99799	3.20001	3.14141	3.18148	3.37507	4.07605
Mezanine	1	1.05064	1.33791	1.06076	1.05002	1.24777	1.80880
	2	1.57981	2.34133	2.07988	2.06247	1.94571	1.54322
	3	2.06284	3.04073	3.11490	3.15731	3.33567	3.99798
Asimétrica	1	0.53549	1.34615	1.04823	1.05039	1.22360	1.74972
	2	1.08917	2.59614	2.09138	2.06684	1.98125	1.65087
	3	1.27601	2.82050	2.81212	2.86235	3.01664	3.63021
Asim + Meza	1	1.09401	1.41565	1.22907	1.22717	1.33541	1.65444
	2	1.60620	2.58863	2.20278	2.18003	2.11310	1.84408
	3	2.26973	2.75850	2.76441	2.81836	2.95637	3.53227
Promedio	1	0.93657	1.31826	1.03636	1.02320	1.20935	1.72832
	2	1.58035	2.46819	2.06629	2.05045	1.96295	1.65295
	3	1.90164	2.95494	2.95821	3.00488	3.17094	3.80913

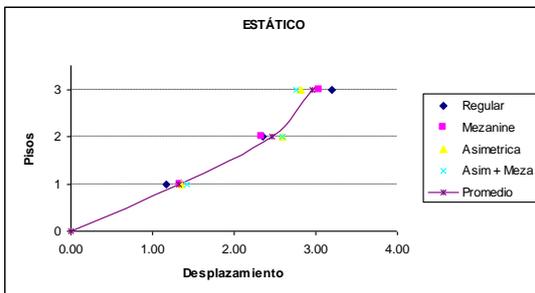
Las Figuras 6.86, 6.87, 6.88, 6.89, 6.90 y 6.91 indican de una forma gráfica los valores de las fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



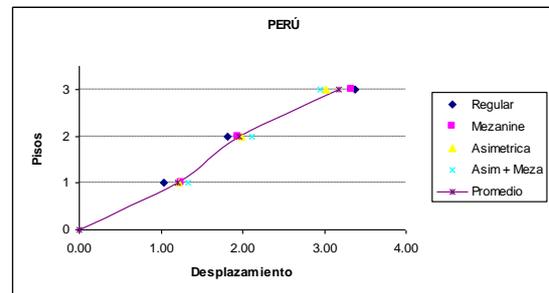
**Figura 6.86** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal



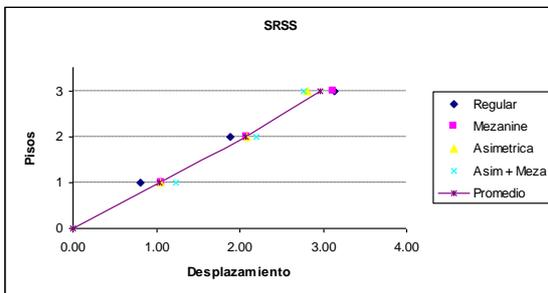
**Figura 6.89** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH



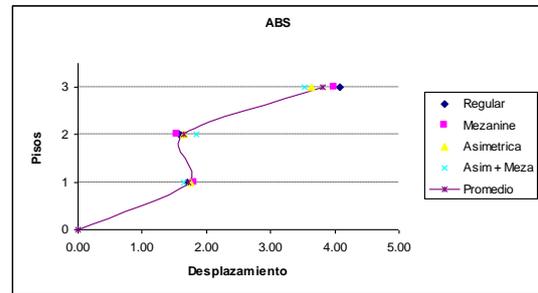
**Figura 6.87** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 6.90** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 6.88** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 6.91** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS

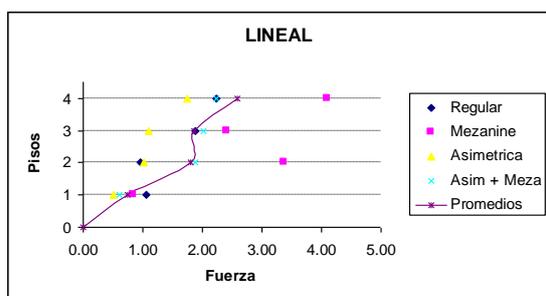
## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

La Tabla 6.29 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

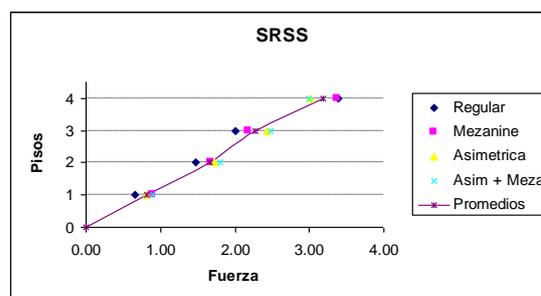
**Tabla 6.29** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S3

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	1.05996	1.04601	0.65270	0.54943	0.91927	1.71897
	2	0.95591	2.09203	1.46676	1.42695	1.54687	1.78719
	3	1.88253	2.61509	2.00330	2.07057	1.97638	1.80649
	4	2.23787	3.48679	3.38567	3.40997	3.73109	4.76735
Mezanine	1	0.84746	1.22517	0.89254	0.80726	1.10561	1.74483
	2	3.37280	2.14404	1.67231	1.66337	1.66815	1.65568
	3	2.41013	2.55249	2.18095	2.20584	2.14032	2.01840
	4	4.10780	3.31823	3.36882	3.39338	3.69189	4.66109
Asimétrica	1	0.50799	1.09576	0.81220	0.77510	1.04174	1.73038
	2	1.02050	2.11325	1.72922	1.71051	1.69947	1.61021
	3	1.10770	2.84617	2.43024	2.45415	2.42641	2.41491
	4	1.75361	3.01689	3.01876	3.05448	3.31999	4.22370
Asim + Meza	1	0.60107	1.16619	0.89980	0.86157	1.10635	1.72600
	2	1.87819	2.13246	1.80856	1.79424	1.75321	1.58714
	3	2.01509	2.81706	2.48059	2.49664	2.47777	2.46930
	4	2.23336	2.95636	2.99404	3.03487	3.29472	4.19676
Promedios	1	0.75412	1.13328	0.81431	0.74834	1.04324	1.73005
	2	1.80685	2.12044	1.66921	1.64877	1.66693	1.66006
	3	1.85386	2.70770	2.27377	2.30680	2.25522	2.17728
	4	2.58316	3.19457	3.19182	3.22318	3.50942	4.46223

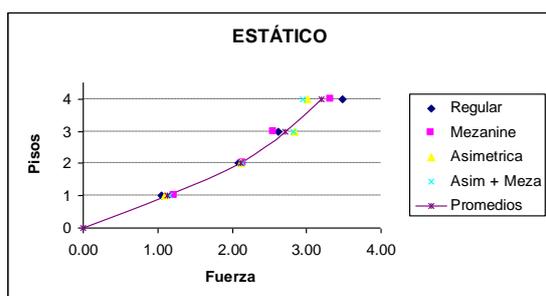
Las Figuras 6.92, 6.93, 6.94, 6.95, 6.96 y 6.97 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



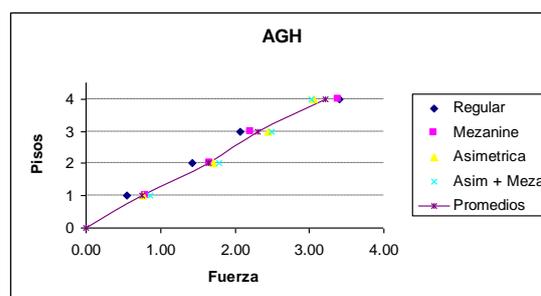
**Figura 6.92** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



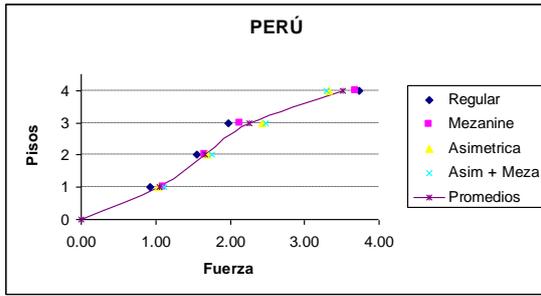
**Figura 6.94** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



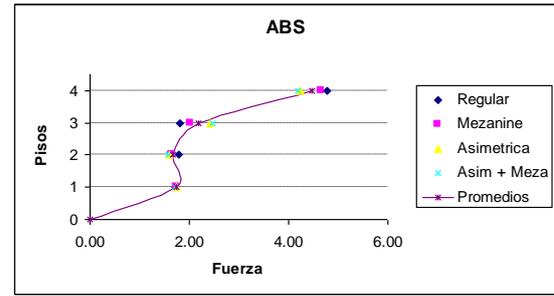
**Figura 6.93** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático



**Figura 6.95** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH



**Figura 6.96** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú



**Figura 6.97** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

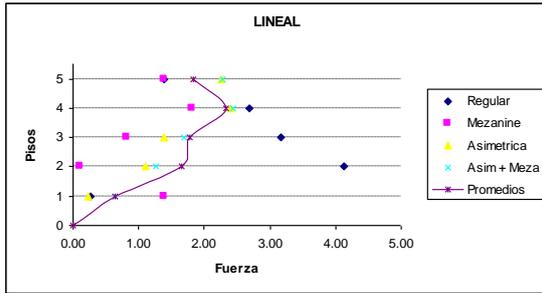
## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

La Tabla 6.30 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

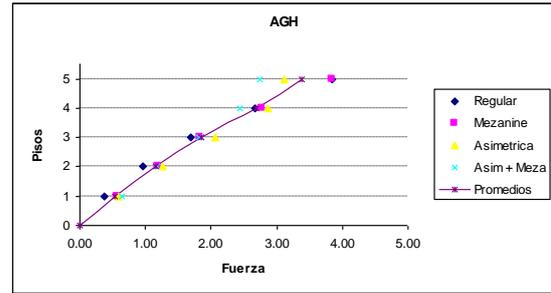
**Tabla 6.30** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S3

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.27241	0.88814	0.51843	0.36963	0.85843	1.87843
	2	4.12911	1.77628	1.13451	0.96740	1.39743	2.18618
	3	3.17410	2.45939	1.68622	1.69579	1.64625	1.52630
	4	2.68100	3.27919	2.60700	2.67264	2.57180	2.46620
	5	1.39259	4.40694	3.86229	3.83799	4.34743	5.80284
Mezanine	1	1.38340	1.05997	0.73034	0.56082	1.03853	1.96308
	2	0.10574	1.85494	1.29671	1.19840	1.58738	2.45936
	3	0.82476	2.44601	1.81404	1.83667	1.64317	1.13053
	4	1.82283	3.17981	2.74725	2.78323	2.71140	2.60385
	5	1.38383	4.26922	3.86958	3.84548	4.32798	5.70317
Asimétrica	1	0.23973	1.00169	0.65407	0.58638	0.97280	1.92898
	2	1.09783	1.77087	1.28971	1.26247	1.46883	2.00618
	3	1.39634	2.62350	2.05768	2.06408	1.86964	1.30551
	4	2.39333	3.47614	2.85432	2.85789	2.88746	2.98686
	5	2.26406	3.14820	3.08478	3.11181	3.49441	4.72331
Asim + Meza	1	0.63646	1.02007	0.70855	0.63199	1.00079	1.87749
	2	1.26559	1.70985	1.20183	1.17342	1.29984	1.59388
	3	1.68714	2.48463	1.79162	1.81933	1.64044	1.18690
	4	2.43649	3.25940	2.44619	2.43068	2.47975	2.58043
	5	2.27750	3.54646	2.69779	2.73381	3.08160	4.23303
Promedios	1	0.63300	0.99247	0.65285	0.53721	0.96764	1.91200
	2	1.64957	1.77798	1.23069	1.15042	1.43837	2.06140
	3	1.77059	2.50338	1.83739	1.85397	1.69988	1.28731
	4	2.33341	3.29864	2.66369	2.68611	2.66260	2.65934
	5	1.82949	3.84270	3.37861	3.38227	3.81286	5.11559

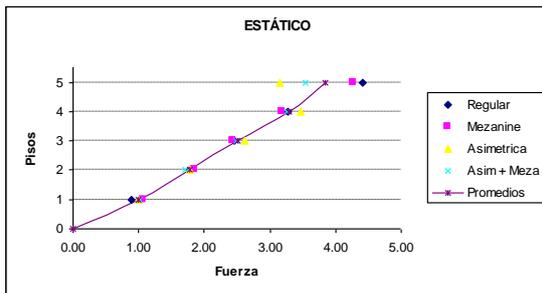
Las Figuras 6.98, 6.99, 6.100, 6.101, 6.102 y 6.103 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



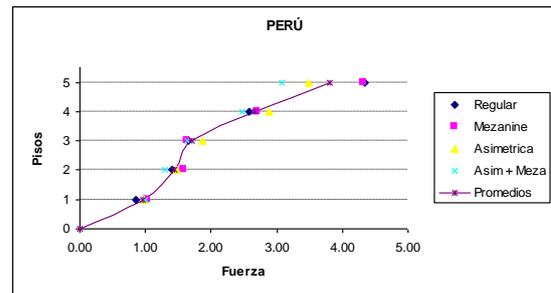
**Figura 6.98** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal



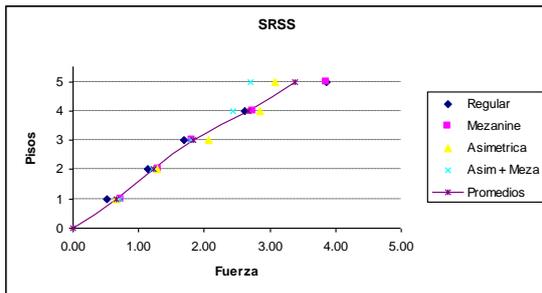
**Figura 6.101** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH



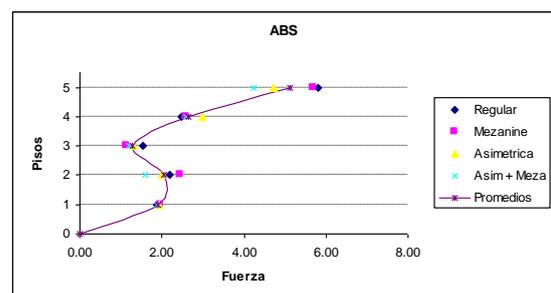
**Figura 6.99** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático



**Figura 6.102** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú



**Figura 6.100** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS



**Figura 6.103** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

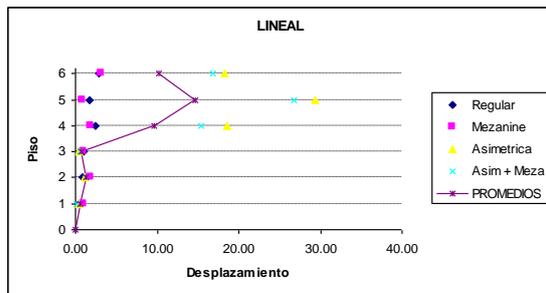
La Tabla 6.31 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.31** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S3

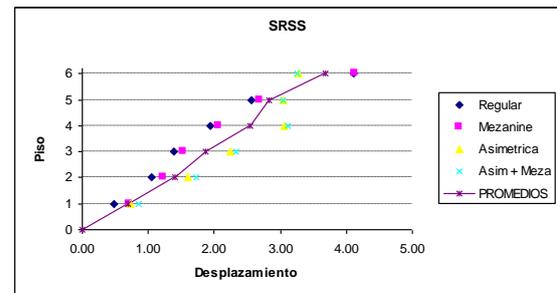
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.48129	0.81931	0.48775	0.34221	0.87038	2.01827
	2	0.90224	1.63862	1.04360	0.82739	1.29442	2.04689
	3	1.01784	2.10675	1.39317	1.35492	1.69201	2.58852
	4	2.48010	2.80900	1.94219	1.97791	1.78093	1.29716
	5	1.73099	3.21868	2.55573	2.60813	2.52860	2.44721
	6	2.84983	4.75456	4.10789	4.04920	4.68140	6.40194

Mezanine	1	1.05787	0.95132	0.71373	0.54105	1.05437	2.07628
	2	1.83909	1.66480	1.23296	1.06032	1.44867	2.09581
	3	1.03747	2.03850	1.53448	1.51368	1.67338	2.09010
	4	1.84184	2.65005	2.06599	2.15516	1.98105	1.72626
	5	0.85220	2.98983	2.68570	2.70439	2.64344	2.51665
	6	3.19783	4.44256	4.12604	4.05890	4.66826	6.29489
Asimétrica	1	0.38944	0.97363	0.72606	0.63917	1.07745	2.13163
	2	1.21206	1.87772	1.60699	1.59748	1.69852	1.97310
	3	0.40201	2.38437	2.24204	2.31034	2.20835	2.10731
	4	18.58877	3.15930	3.05461	2.94342	2.99074	2.79913
	5	29.40020	3.93422	3.04160	3.12229	3.36744	4.34495
	6	18.25056	4.00031	3.27550	3.27252	3.54019	4.33428
Asim + Meza	1	0.17217	1.03115	0.84778	0.76944	1.17648	2.16257
	2	1.22371	1.88553	1.72165	1.72449	1.76402	1.89110
	3	0.58716	2.34846	2.33261	2.38811	2.27068	2.08487
	4	15.40709	3.08078	3.11509	3.01897	3.14707	3.24300
	5	26.73969	3.81309	3.04703	3.11752	3.29160	4.02532
	6	16.77370	3.96779	3.25310	3.25046	3.51071	4.28354
PROMEDIOS	1	0.52519	0.94385	0.69383	0.57297	1.04467	2.09719
	2	1.29428	1.76667	1.40130	1.30242	1.55141	2.00173
	3	0.76112	2.21952	1.87558	1.89176	1.96111	2.21770
	4	9.57945	2.92478	2.54447	2.52387	2.47495	2.26639
	5	14.68077	3.48895	2.83252	2.88808	2.95777	3.33353
	6	10.26798	4.29131	3.69063	3.65777	4.10014	5.32866

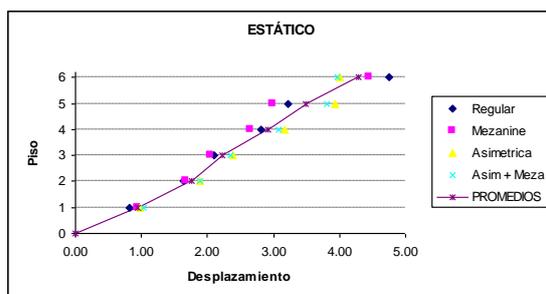
Las Figuras 6.104, 6.105, 6.106, 6.107, 6.108 y 6.109 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



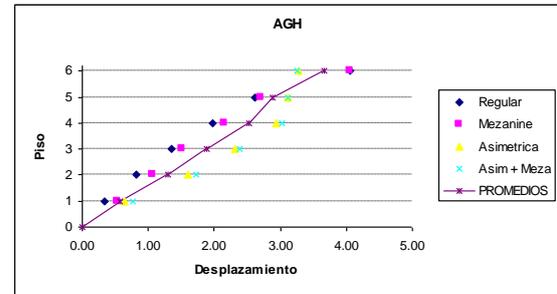
**Figura 6.104** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal



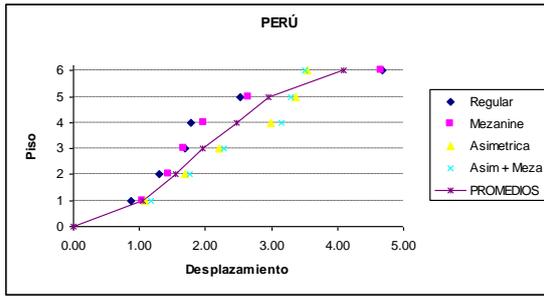
**Figura 6.106** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS



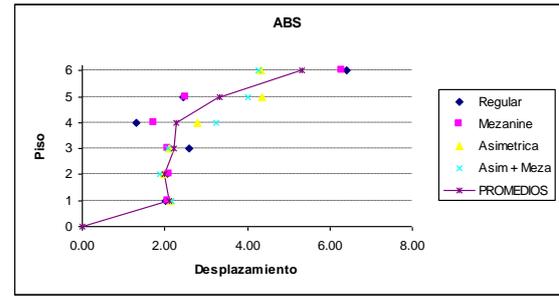
**Figura 6.105** Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático



**Figura 6.107** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH



**Figura 6.108** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú



**Figura 6.109** Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS

### 6.13 VALORES MEDIOS HALLADOS EN PERFIL TIPO S4

Se determina los promedios de las cuatro configuraciones que intervinieron en el análisis para poderlos comparar.

A continuación se indican los valores medios obtenidos para cada criterio en las diferentes estructuras para suelo perfil S4.

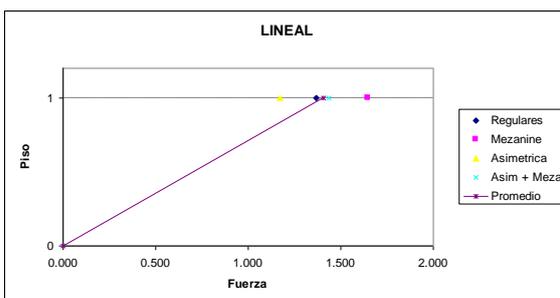
#### ESTRUCTURAS DE UN PISO

La Tabla 6.32 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

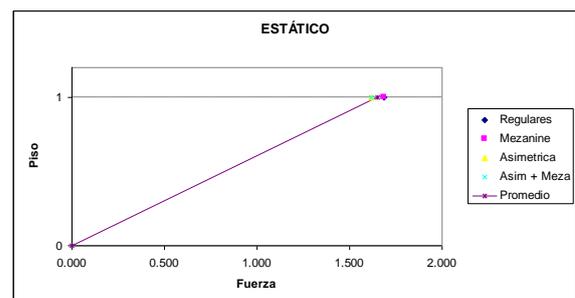
**Tabla 6.32** Fuerzas para estructuras de un piso – S4

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	1.36769	1.68753	1.87500	1.87500	1.87500	1.87500
Mezanine	1	1.64725	1.68753	1.87500	1.87500	1.87500	1.87500
Asimétrica	1	1.17272	1.62001	1.82250	1.82250	1.82250	1.82250
Asim + Meza	1	1.43498	1.62001	1.82250	1.82250	1.82250	1.82250
Promedio	1	1.40566	1.65377	1.84875	1.84875	1.84875	1.84875

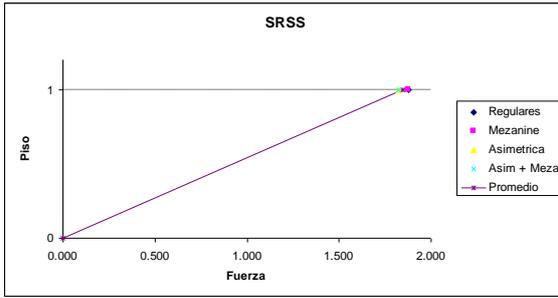
Las Figuras 6.110, 6.111, 6.112, 6.113, 6.114 y 6.115 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



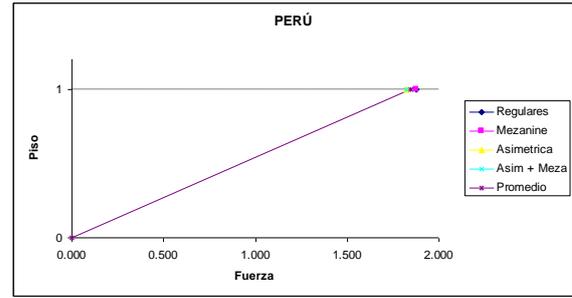
**Figura 6.110** Fuerzas para estructuras de un piso – método Lineal



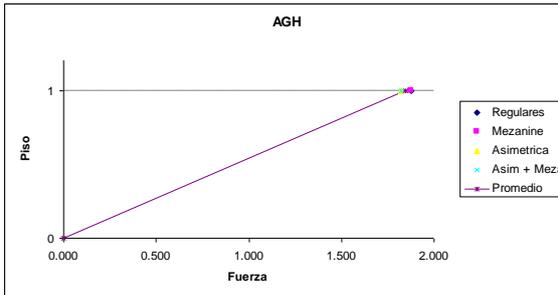
**Figura 6.111** Fuerzas para estructuras de un piso – método Estático



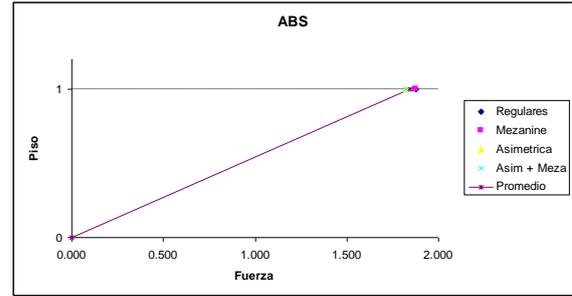
**Figura 6.112** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio SRSS



**Figura 6.114** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio Perú



**Figura 6.113** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio AGH



**Figura 6.115** Fuerzas para estructuras de un piso – criterio ABS

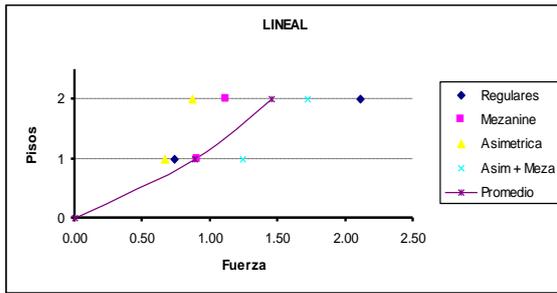
## ESTRUCTURAS DE DOS PISOS

La Tabla 6.33 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

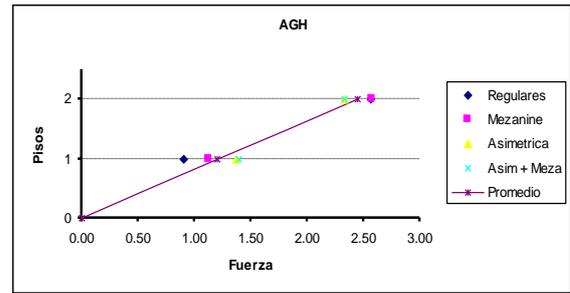
**Tabla 6.33** Fuerzas para estructuras de dos pisos – S4

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regulares	1	0.73810	1.25000	0.91171	0.90945	1.00430	1.22368
	2	2.11171	2.50001	2.64700	2.56501	2.61315	2.90132
Mezanine	1	0.90527	1.36364	1.13950	1.12554	1.15874	1.21648
	2	1.11646	2.38637	2.52125	2.56920	2.61807	2.90852
Asimétrica	1	0.66517	1.44794	1.39276	1.37241	1.39124	1.38669
	2	0.86917	2.23392	2.28197	2.33475	2.37730	2.66331
Asim + Meza	1	1.24040	1.49497	1.41939	1.39820	1.41392	1.39749
	2	1.71883	2.18689	2.27567	2.32840	2.36988	2.65251
Promedio	1	0.88724	1.38914	1.21584	1.20140	1.24205	1.30609
	2	1.45404	2.32680	2.43147	2.44934	2.49460	2.78142

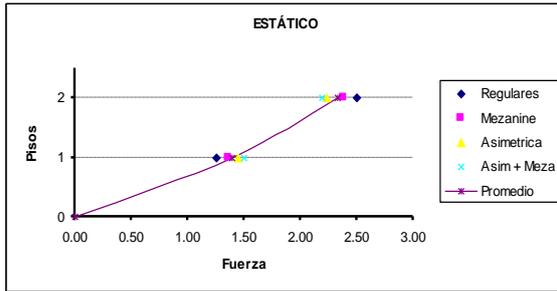
Las Figuras 6.116, 6.117, 6.118, 6.119, 6.120 y 6.121 indican de una forma gráfica los valores de las fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



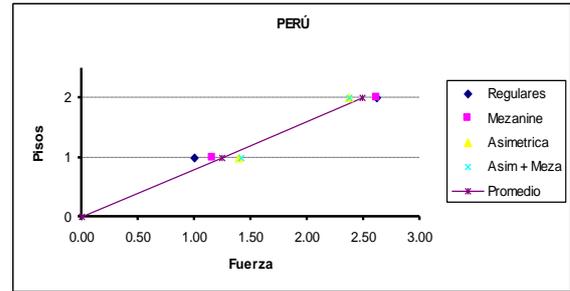
**Figura 6.116** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Lineal



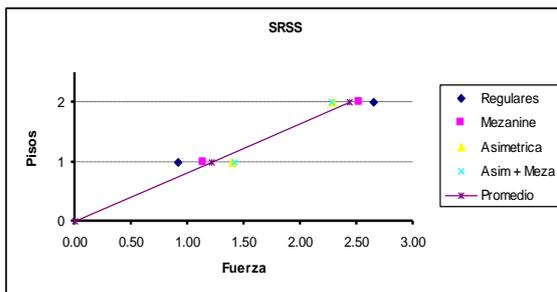
**Figura 6.119** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio AGH



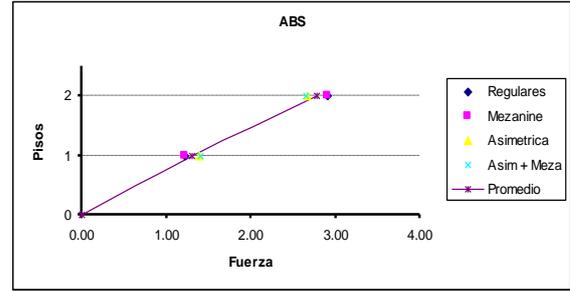
**Figura 6.117** Fuerzas para estructuras de dos pisos – método Estático



**Figura 6.120** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio Perú



**Figura 6.118** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio SRSS



**Figura 6.121** Fuerzas para estructuras de dos pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE TRES PISOS

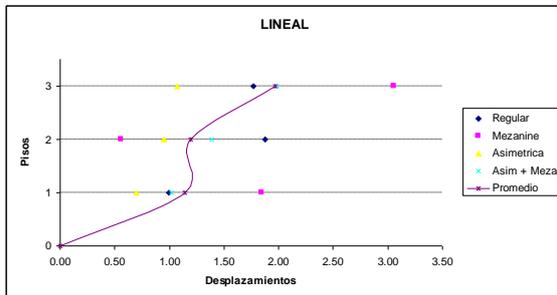
La Tabla 6.34 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.34** Fuerzas para estructuras de tres pisos – S4

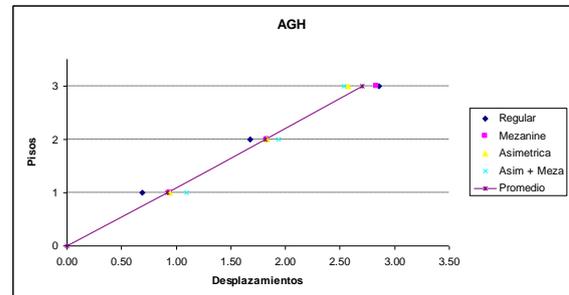
Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.99590	1.04761	0.72086	0.69164	0.92018	1.51816
	2	1.87277	2.09522	1.68849	1.67853	1.61762	1.40501
	3	1.77091	2.85715	2.80483	2.85852	3.01346	3.63933
Mezanine	1	1.84240	1.19456	0.94711	0.94390	1.11408	1.61500
	2	0.55901	2.09048	1.85704	1.82815	1.73724	1.37787
	3	3.05347	2.71494	2.78116	2.83601	2.97828	3.56963

Asimétrica	1	0.69786	1.20192	0.93592	0.94387	1.09250	1.56225
	2	0.95097	2.31798	1.86730	1.83219	1.76897	1.47399
	3	1.06966	2.51830	2.51082	2.57314	2.69343	3.24126
Asim + Meza	1	1.02086	1.26398	1.09738	1.09872	1.19233	1.47718
	2	1.38501	2.31127	1.96677	1.93441	1.88670	1.64650
	3	1.98144	2.46295	2.46822	2.53294	2.63962	3.15381
Promedio	1	1.13925	1.17702	0.92532	0.91953	1.07977	1.54315
	2	1.19194	2.20374	1.84490	1.81832	1.75263	1.47584
	3	1.96887	2.63833	2.64126	2.70015	2.83120	3.40101

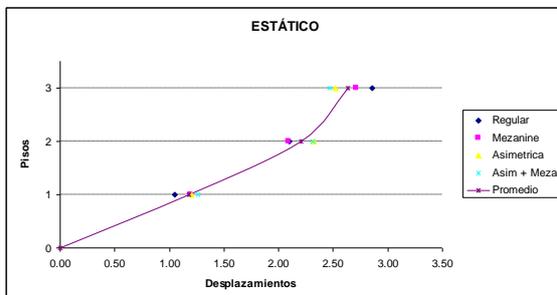
Las Figuras 6.122, 6.123, 6.124, 6.125, 6.126 y 6.127 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



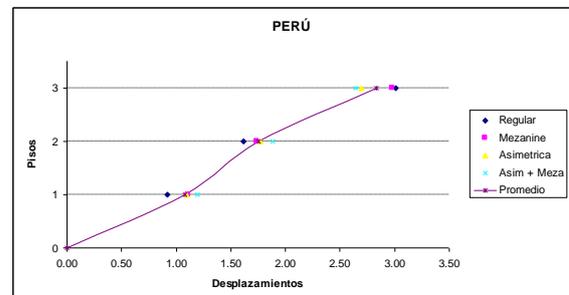
**Figura 6.122** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Lineal



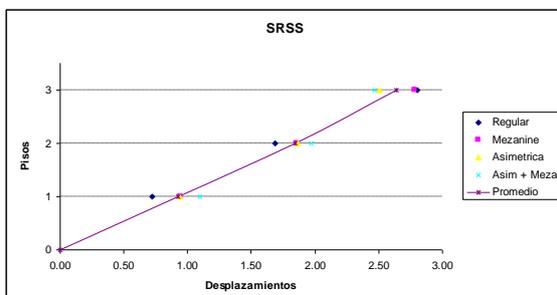
**Figura 6.125** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio AGH



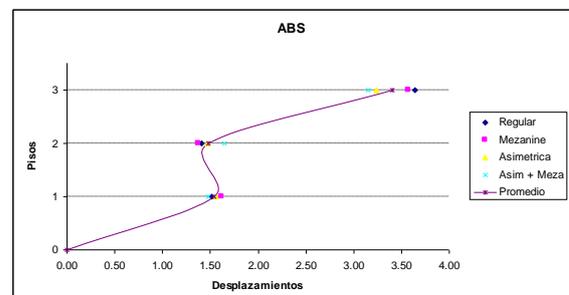
**Figura 6.123** Fuerzas para estructuras de tres pisos – método Estático



**Figura 6.126** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio Perú



**Figura 6.124** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio SRSS



**Figura 6.127** Fuerzas para estructuras de tres pisos – criterio ABS

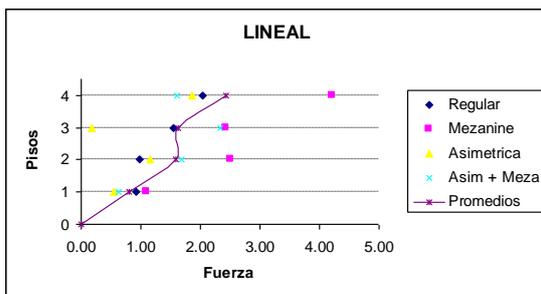
## ESTRUCTURAS DE CUATRO PISOS

La Tabla 6.35 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

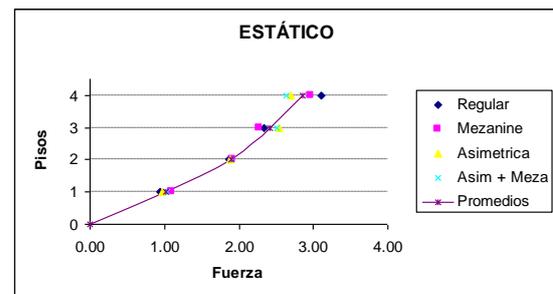
**Tabla 6.35** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – S4

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.92994	0.93394	0.58277	0.49860	0.82078	1.53480
	2	0.99001	1.86788	1.30961	1.27446	1.38113	1.59570
	3	1.55357	2.33490	1.81518	1.83543	1.76462	1.61294
	4	2.04841	3.11321	3.02292	3.06966	3.33133	4.25656
Mezanine	1	1.09290	1.09390	0.79691	0.72649	0.98716	1.55789
	2	2.51516	1.91432	1.49313	1.48230	1.48942	1.47829
	3	2.43020	2.27901	1.94728	1.95733	1.91100	1.80214
	4	4.20696	2.96271	3.00788	3.05333	3.29633	4.16168
Asimétrica	1	0.54749	0.97836	0.72518	0.69803	0.93013	1.54498
	2	1.16050	1.88683	1.54395	1.52337	1.51738	1.43769
	3	0.18010	2.54122	2.16986	2.17868	2.16643	2.15617
	4	1.86229	2.69365	2.69532	2.75182	2.96428	3.77116
Asim + Meza	1	0.63511	1.04124	0.80339	0.77447	0.98781	1.54107
	2	1.69126	1.90398	1.61478	1.59720	1.56536	1.41709
	3	2.33174	2.51523	2.21481	2.21658	2.21229	2.20473
	4	1.60849	2.63961	2.67325	2.73435	2.94172	3.74710
Promedios	1	0.80136	1.01186	0.72706	0.67440	0.93147	1.54469
	2	1.58923	1.89325	1.49037	1.46933	1.48832	1.48219
	3	1.62390	2.41759	2.03678	2.04701	2.01359	1.94400
	4	2.43154	2.85229	2.84984	2.90229	3.13342	3.98413

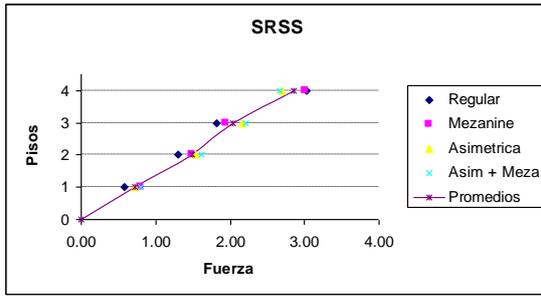
Las Figuras 6.128, 6.129, 6.130, 6.131, 6.132 y 6.133 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.



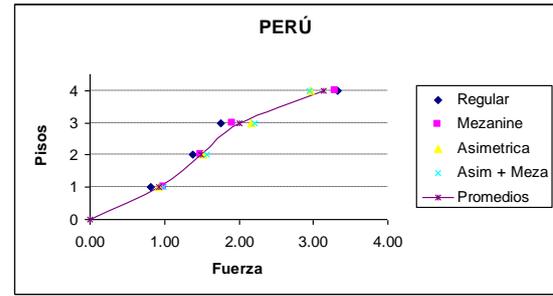
**Figura 6.128** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Lineal



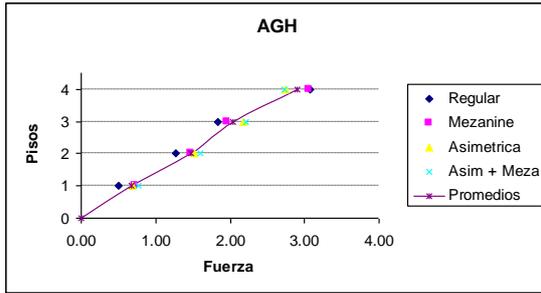
**Figura 6.129** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – método Estático



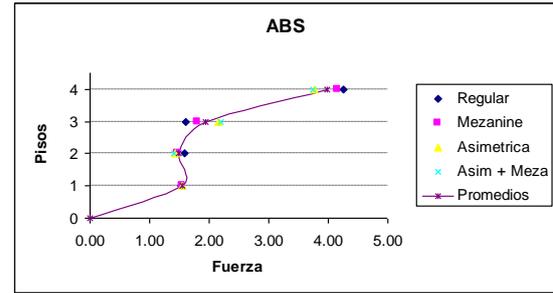
**Figura 6.130** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio SRSS



**Figura 6.132** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio Perú



**Figura 6.131** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio AGH



**Figura 6.133** Fuerzas para estructuras de cuatro pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE CINCO PISOS

La Tabla 6.36 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.36** Fuerzas para estructuras de cinco pisos – S4

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	1.46661	0.79298	0.46289	0.33825	0.76646	1.67717
	2	1.00927	1.58596	1.01295	0.87004	1.24770	1.95195
	3	0.54993	2.19589	1.50555	1.50947	1.46987	1.36281
	4	2.71339	2.92785	2.32768	2.37036	2.29625	2.20196
	5	0.47377	3.93477	3.44847	3.45837	3.88163	5.18110
Mezanine	1	1.15851	0.94640	0.65209	0.50770	0.92726	1.75275
	2	0.45890	1.65620	1.15778	1.07651	1.41730	2.19586
	3	0.29551	2.18394	1.61968	1.63176	1.46711	1.00941
	4	1.78330	2.83912	2.45290	2.46990	2.42089	2.32487
	5	1.16220	3.81180	3.45499	3.46325	3.86427	5.09212
Asimétrica	1	0.14074	0.89437	0.59134	0.53896	0.87651	1.73203
	2	1.05246	1.58113	1.17343	1.15306	1.33363	1.81422
	3	1.24777	2.34241	1.87944	1.87515	1.71109	1.20604
	4	2.10971	3.10370	2.60775	2.59485	2.63667	2.72343
	5	2.00959	2.81090	2.80130	2.85770	3.16829	4.26928

Asim + Meza	1	0.57720	0.91078	0.71002	0.65865	0.97611	1.77439
	2	1.10656	1.52665	1.26839	1.24851	1.35748	1.62477
	3	1.52686	2.21842	1.95246	1.96413	1.81291	1.39427
	4	2.11489	2.91018	2.66034	2.63229	2.68515	2.75958
	5	1.97569	3.16648	2.77790	2.83744	3.13142	4.19199
Promedios	1	0.83577	0.88613	0.60409	0.51089	0.88658	1.73409
	2	0.90680	1.58749	1.15314	1.08703	1.33903	1.89670
	3	0.90502	2.23516	1.73928	1.74513	1.61525	1.24313
	4	2.18032	2.94521	2.51217	2.51685	2.50974	2.50246
	5	1.40531	3.43099	3.12067	3.15419	3.51140	4.68362

Las Figuras 6.134, 6.135, 6.136, 6.137, 6.138 y 6.139 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.

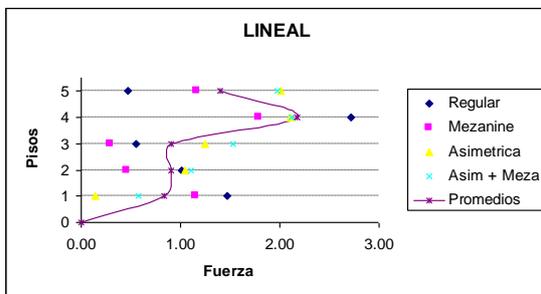


Figura 6.134 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Lineal

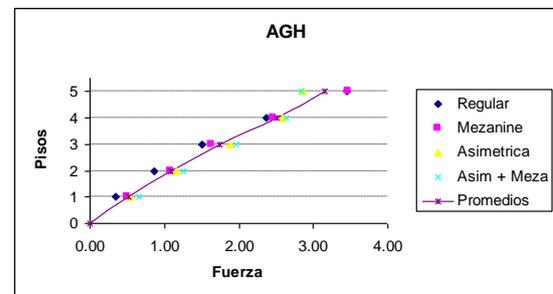


Figura 6.137 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio AGH

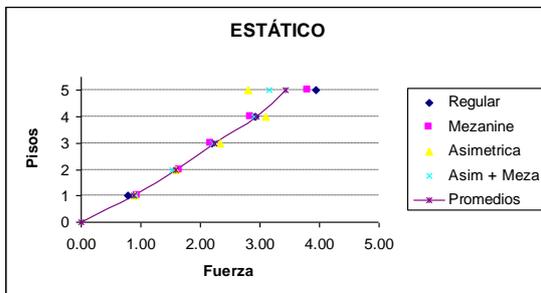


Figura 6.135 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – método Estático

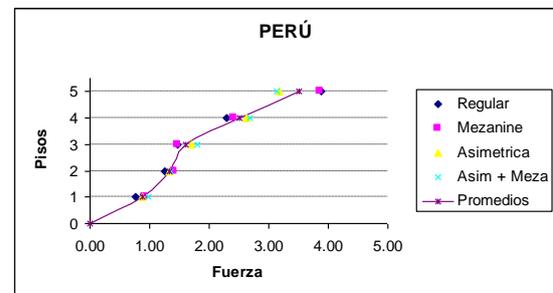


Figura 6.138 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio Perú

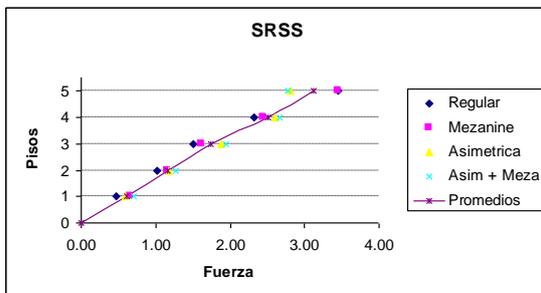


Figura 6.136 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio SRSS

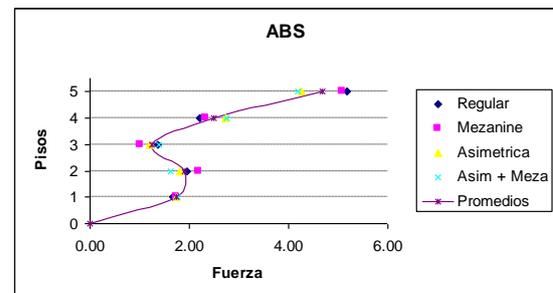


Figura 6.139 Fuerzas para estructuras de cinco pisos – criterio ABS

## ESTRUCTURAS DE SEIS PISOS

La Tabla 6.37 muestra los valores de fuerzas obtenidos con los diferentes criterios para cada configuración de las estructuras y el promedio de dicho criterio.

**Tabla 6.37** Fuerzas para estructuras de seis pisos – S4

Caso	No Pisos	FUERZAS					
		Lineal	Estático	Sismo1	Modificado	Perú	Absoluto
Regular	1	0.23483	0.74072	0.43549	0.31329	0.77712	1.80203
	2	1.03674	1.48144	0.93179	0.74382	1.15574	1.82758
	3	1.19536	1.90468	1.24390	1.21529	1.51072	2.31118
	4	1.60151	2.53957	1.73410	1.75688	1.59012	1.15818
	5	4.07574	2.90996	2.28190	2.31218	2.25768	2.18501
	6	1.85664	4.29852	3.66776	3.65092	4.17983	5.71602
Mezanine	1	0.58936	0.89566	0.63726	0.48947	0.94140	1.85382
	2	0.48201	1.56741	1.10086	0.95062	1.29346	1.87126
	3	1.32137	1.91924	1.37007	1.35304	1.49409	1.86616
	4	1.26811	2.49501	1.84463	1.91704	1.76880	1.54130
	5	1.35429	2.81491	2.39795	2.39845	2.36022	2.24701
	6	2.52076	4.18266	3.68397	3.65772	4.16809	5.62044
Asimétrica	1	1.10640	0.86931	0.64827	0.57620	0.96201	1.90324
	2	1.89154	1.67653	1.43481	1.42673	1.51653	1.76170
	3	0.07140	2.12891	2.00182	2.05914	1.97174	1.88152
	4	16.78931	2.82080	2.72733	2.62027	2.67030	2.49922
	5	26.20876	3.51269	2.71572	2.78795	3.00664	3.87942
	6	16.22346	3.57171	2.92455	2.94246	3.16089	3.86989
Asim + Meza	1	2.15227	0.93224	0.75695	0.69195	1.05042	1.93086
	2	0.58557	1.70467	1.53719	1.53924	1.57501	1.68848
	3	2.56846	2.12320	2.08269	2.12804	2.02739	1.86149
	4	13.52271	2.78528	2.78133	2.69084	2.80988	2.89553
	5	20.69103	3.44735	2.72056	2.78105	2.93893	3.59404
	6	13.47693	3.58721	2.90455	2.92236	3.13456	3.82459
PROMEDIOS	1	1.02071	0.85949	0.61949	0.51773	0.93274	1.87249
	2	0.99897	1.60751	1.25116	1.16510	1.38519	1.78726
	3	1.28915	2.01901	1.67462	1.68888	1.75099	1.98009
	4	8.29541	2.66017	2.27185	2.24626	2.20978	2.02356
	5	13.08245	3.17123	2.52903	2.56991	2.64087	2.97637
	6	8.51945	3.91002	3.29521	3.29337	3.66084	4.75774

Las Figuras 6.140, 6.141, 6.142, 6.143, 6.144 y 6.145 indican de una forma gráfica los valores de los fuerzas obtenidos con los diferentes criterios utilizados en el análisis.

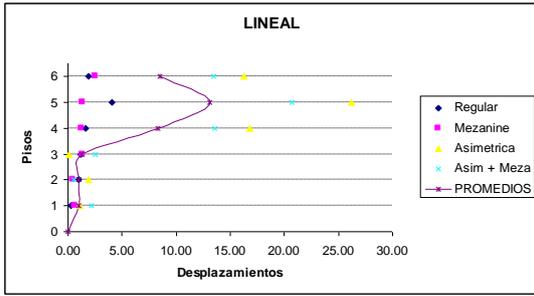


Figura 6.140 Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Lineal

Figura 6.144 Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio Perú

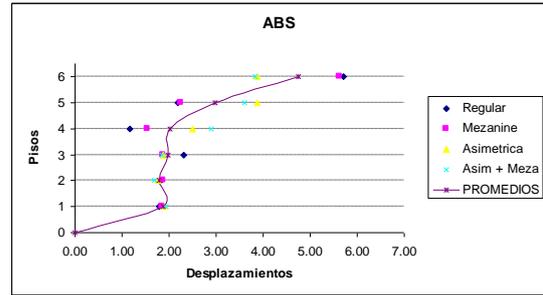


Figura 6.145 Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio ABS

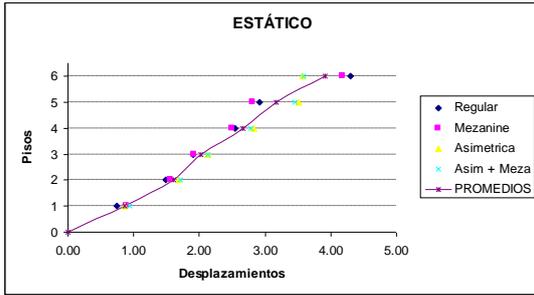


Figura 6.141 Fuerzas para estructuras de seis pisos – método Estático

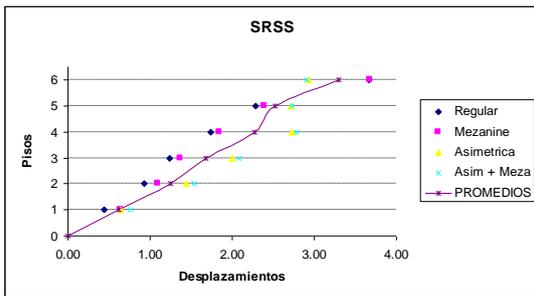


Figura 6.142 Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio SRSS

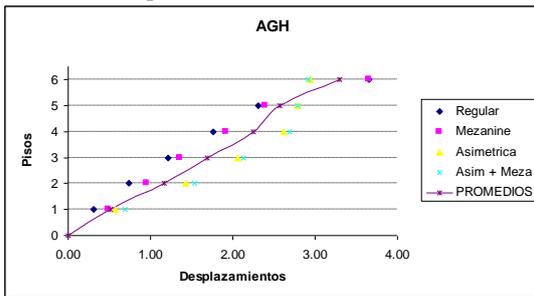
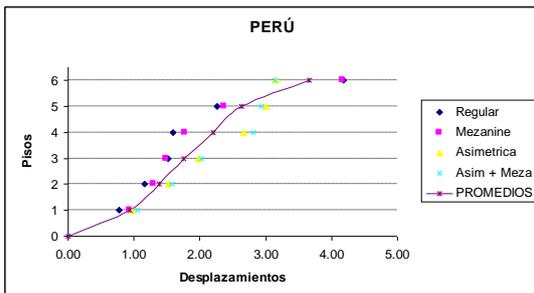


Figura 6.143 Fuerzas para estructuras de seis pisos – criterio AGH





## 6.14 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

Se realiza una comparación con los promedios de los resultados obtenidos con los criterios utilizados en el análisis de estructuras de 1 a 6 pisos en los cuatro tipos de suelo estipulados en el CEC-2000.

### ESTRUCTURAS DE UN PISO

Las Figuras 6.146, 6.147, 6.148, 6.149 muestran la comparación realizada en estructuras de un piso para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

#### SUELO S1

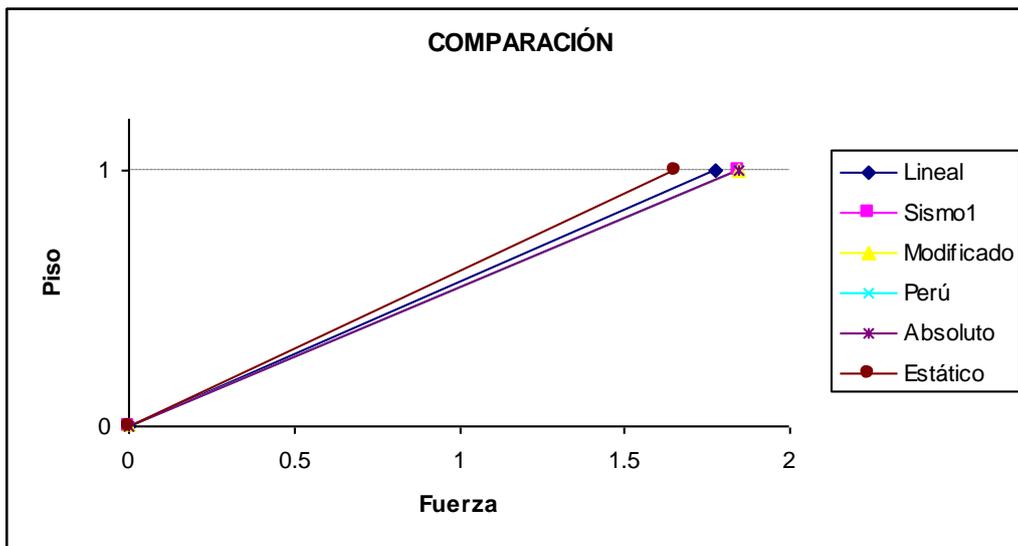


Figura 6.146 Fuerzas para estructuras de un piso – S1

#### SUELO S2

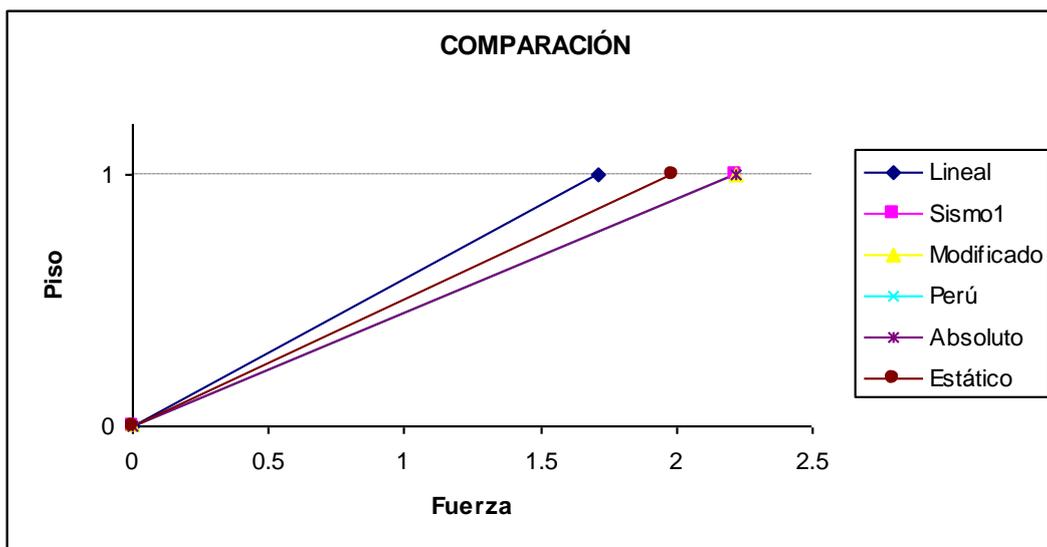


Figura 6.147 Fuerzas para estructuras de un piso – S2

### SUELO S3

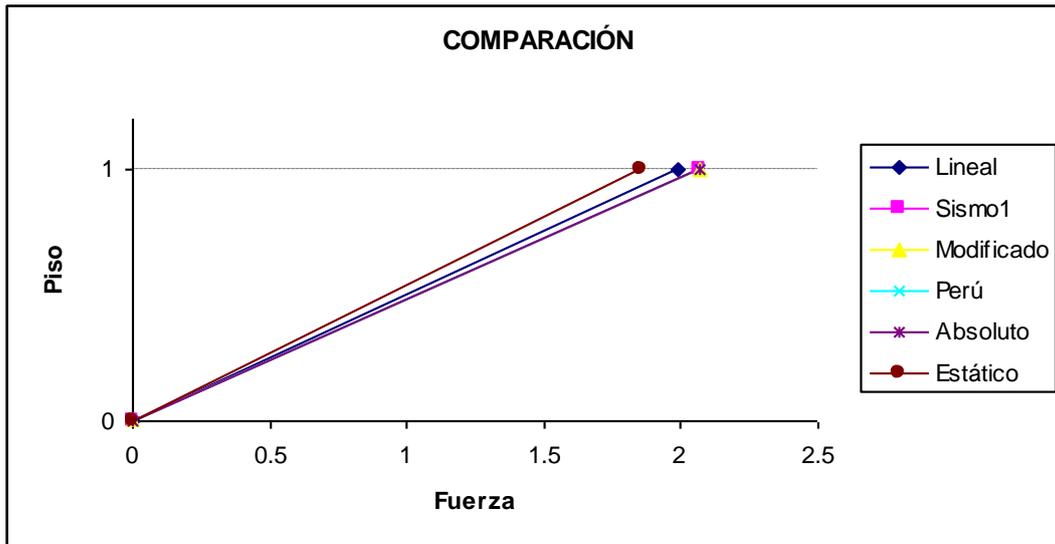


Figura 6.148 Fuerzas para estructuras de un piso – S3

### SUELO S4

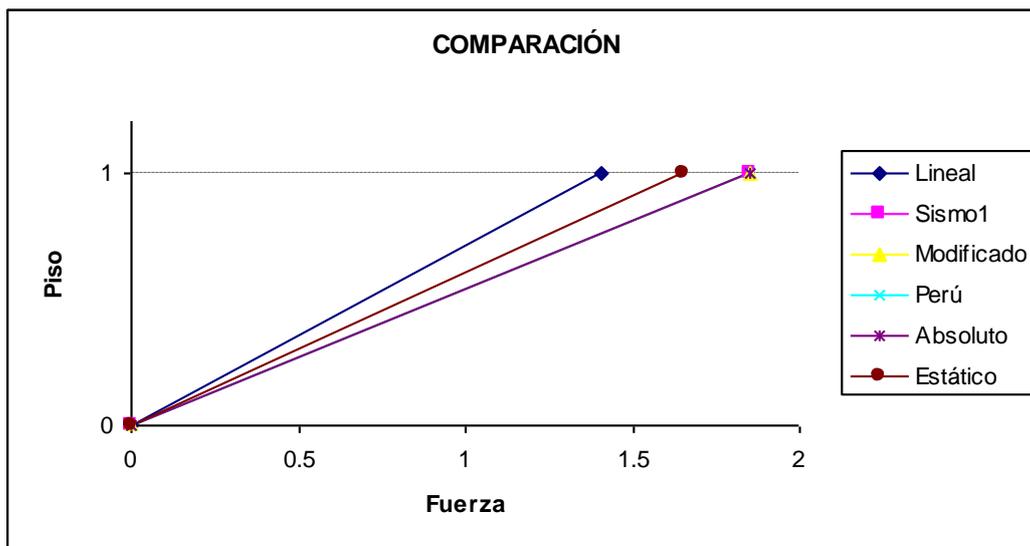


Figura 6.149 Fuerzas para estructuras de un piso – S4

De igual manera que ocurre en los desplazamientos como las estructuras de un piso poseen un solo modo de vibrar, se puede observar que todos los criterios de combinación modal coinciden, ya que todos consideran al primer modo como el fundamental.

## DOS PISOS

Las Figuras 6.150, 6.151, 6.152, 6.153 muestran la comparación realizada en estructuras de dos pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

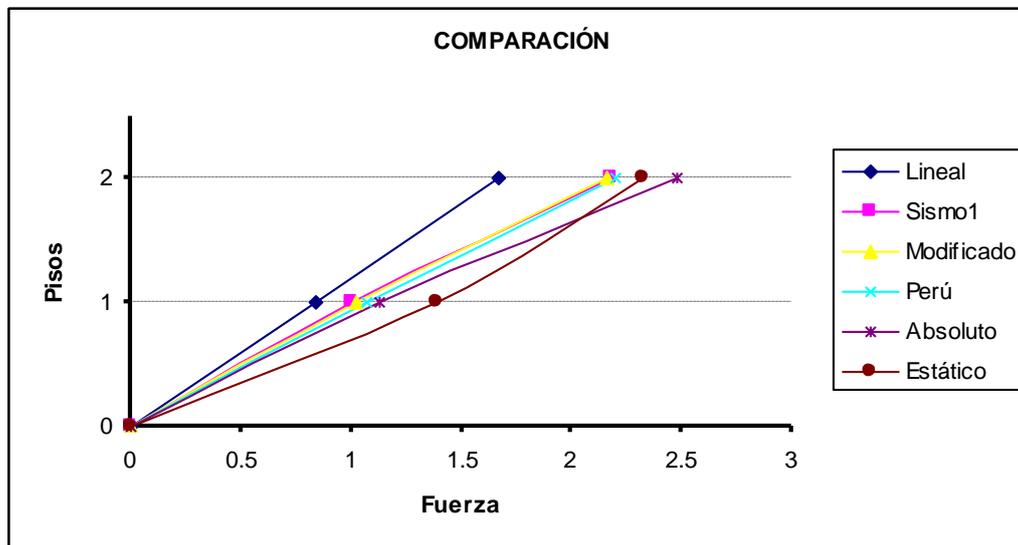


Figura 6.150 Fuerzas para estructuras de dos piso – S1

### SUELO S2

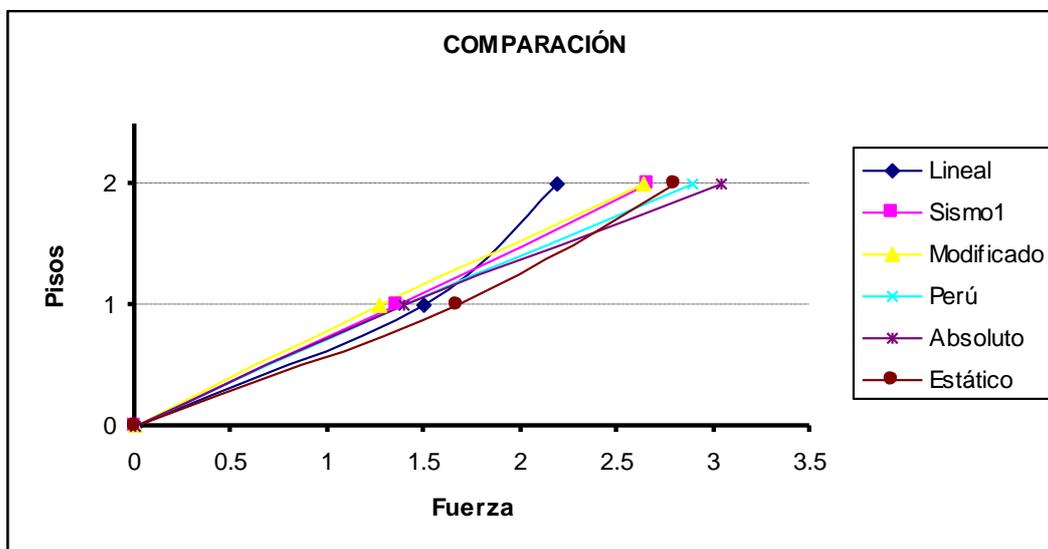


Figura 6.151 Fuerzas para estructuras de dos piso – S2

### SUELO S3

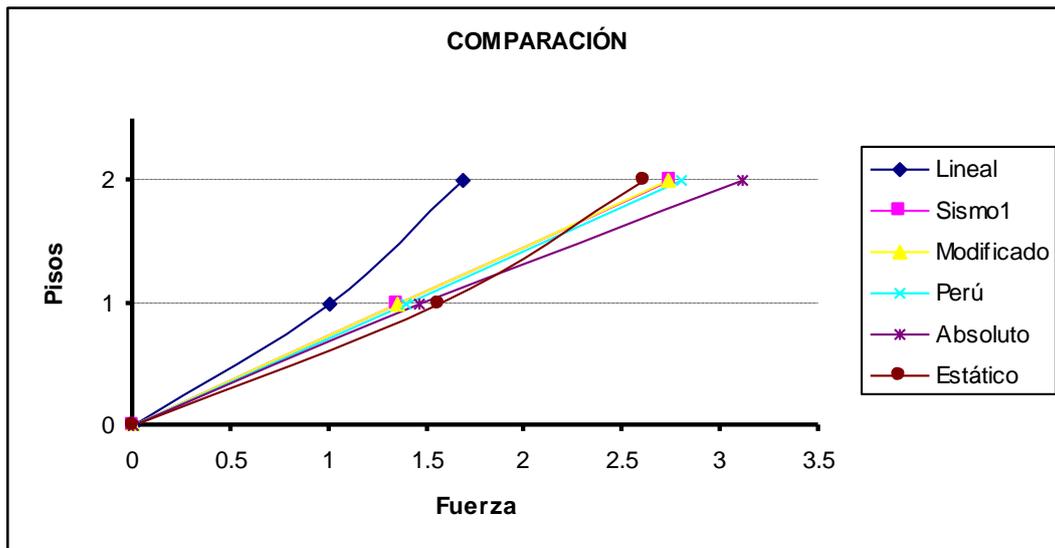


Figura 6.152 Fuerzas para estructuras de dos piso – S3

### SUELO S4

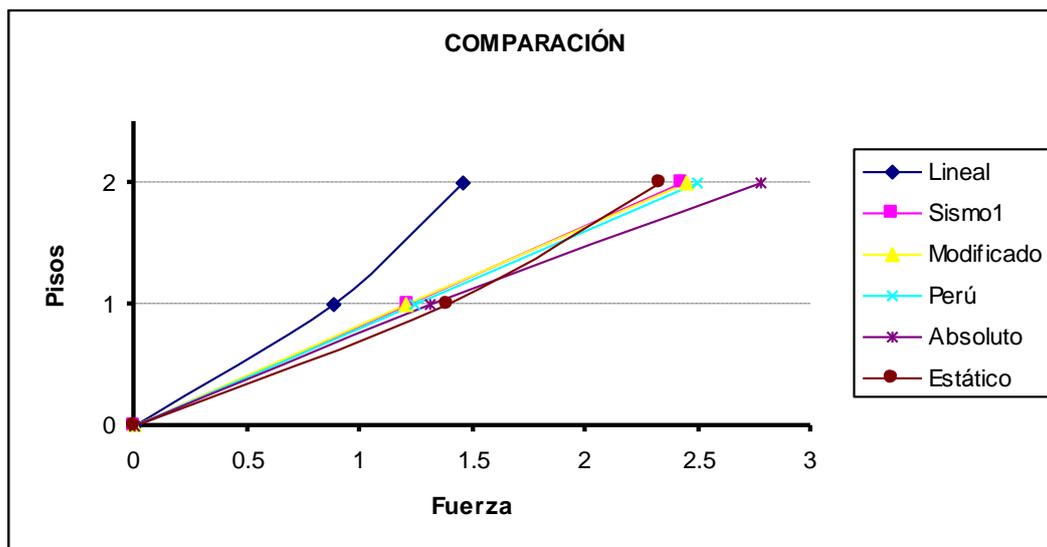


Figura 6.153 Fuerzas para estructuras de dos piso – S4

## TRES PISOS

Las Figuras 6.154, 6.155, 6.156, 6.157 muestran la comparación realizada en estructuras de tres pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

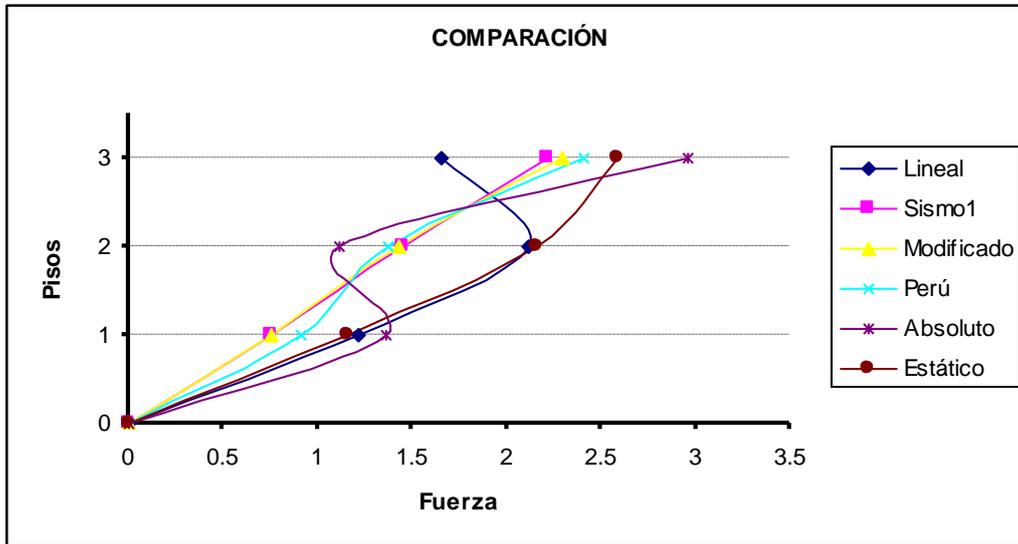


Figura 6.154 Fuerzas para estructuras de tres piso – S1

### SUELO S2

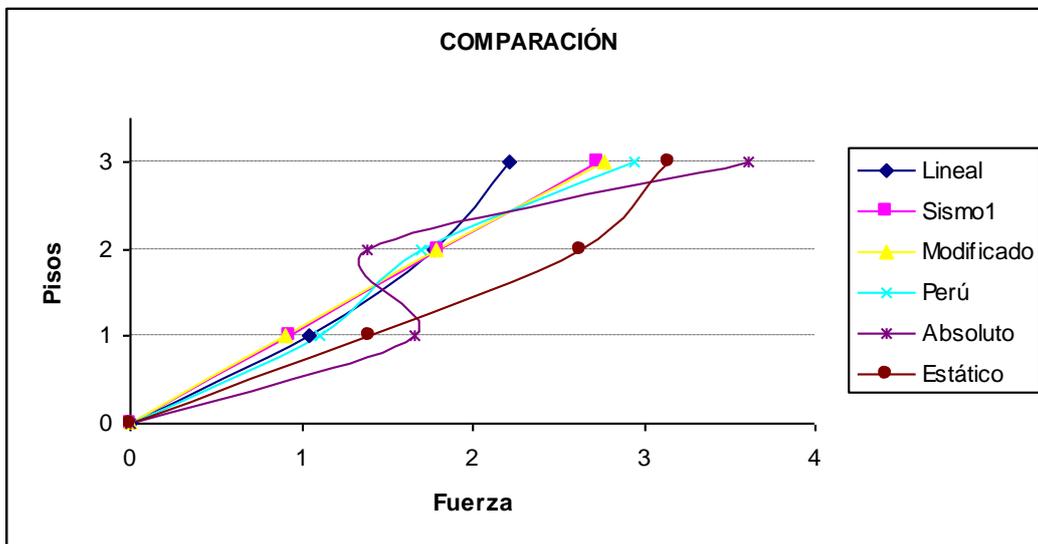


Figura 6.155 Fuerzas para estructuras de tres piso – S2

### SUELO S3

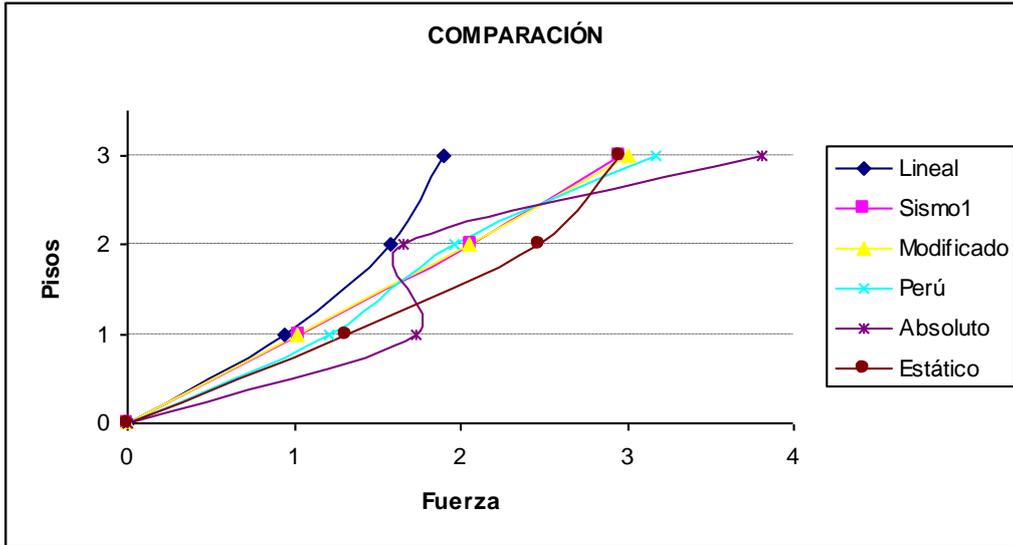


Figura 6.156 Fuerzas para estructuras de tres piso – S3

### SUELO S4

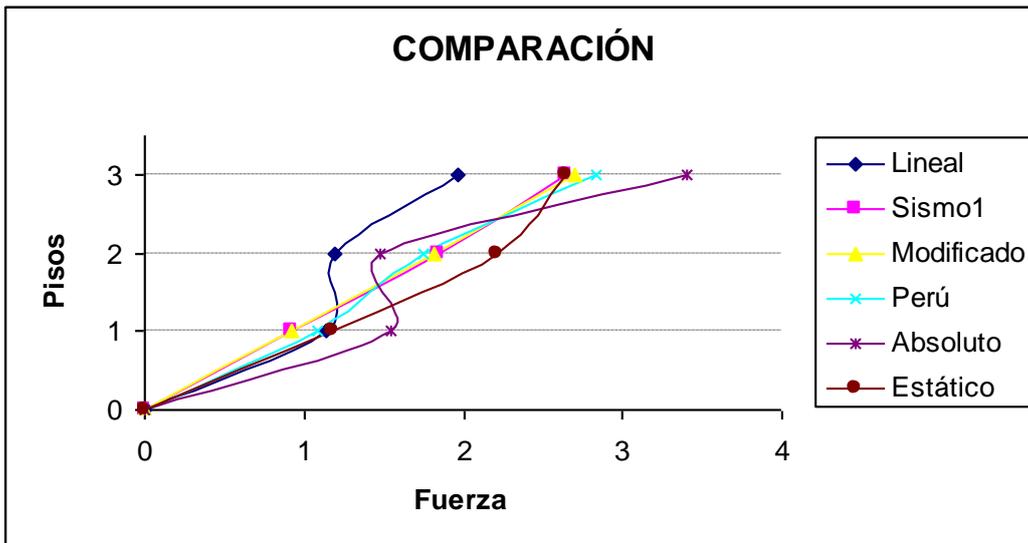


Figura 6.157 Fuerzas para estructuras de tres piso – S4

## CUATRO PISOS

Las Figuras 6.158, 6.159, 6.160, 6.161 muestran la comparación realizada en estructuras de cuatro pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

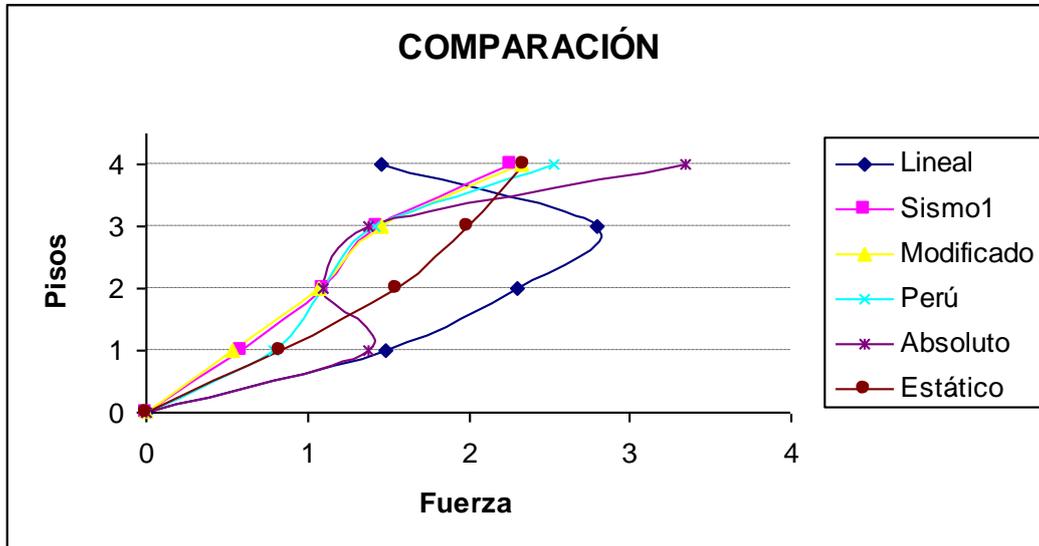


Figura 6.158 Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S1

### SUELO S2

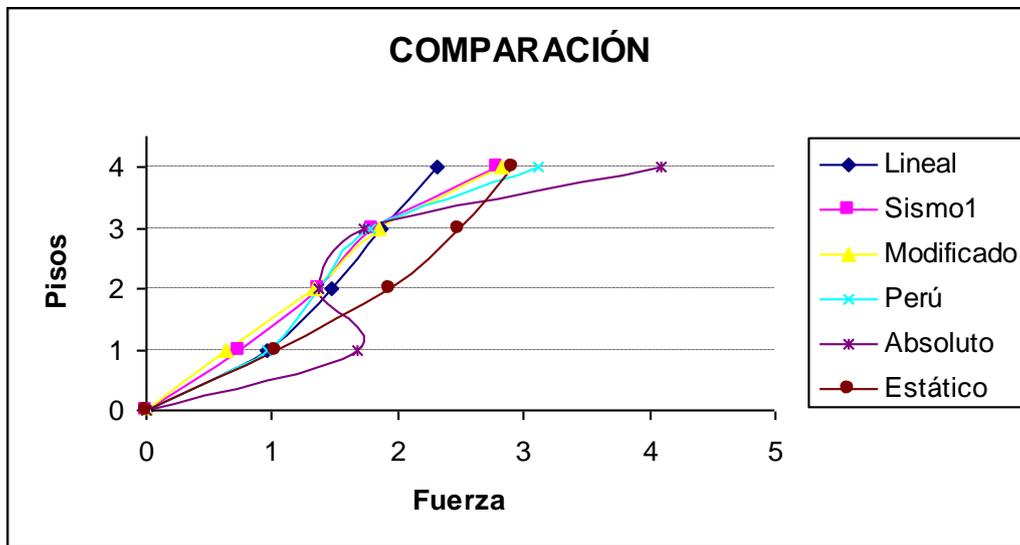


Figura 6.159 Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S2

### SUELO S3

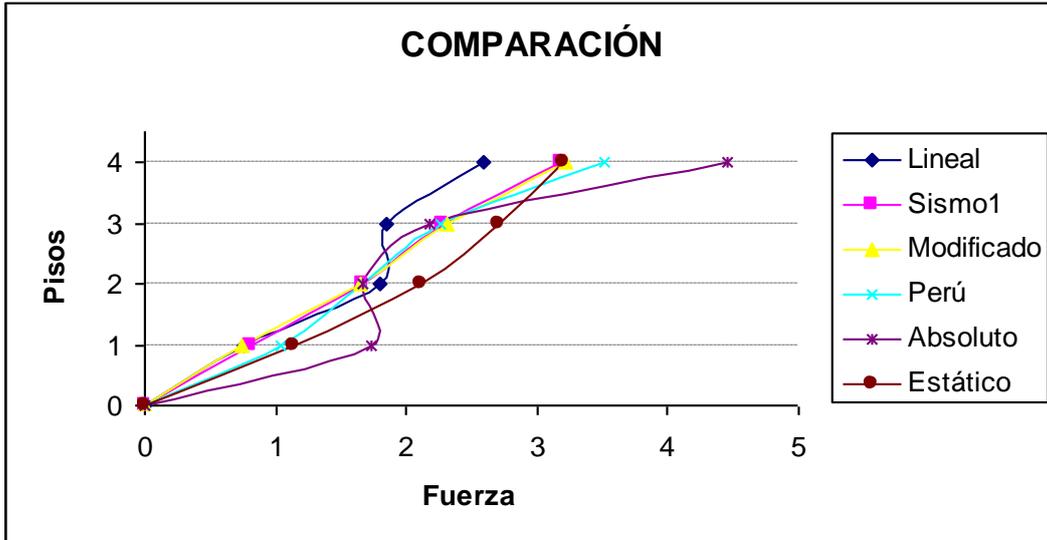


Figura 6.160 Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S3

### SUELO S4

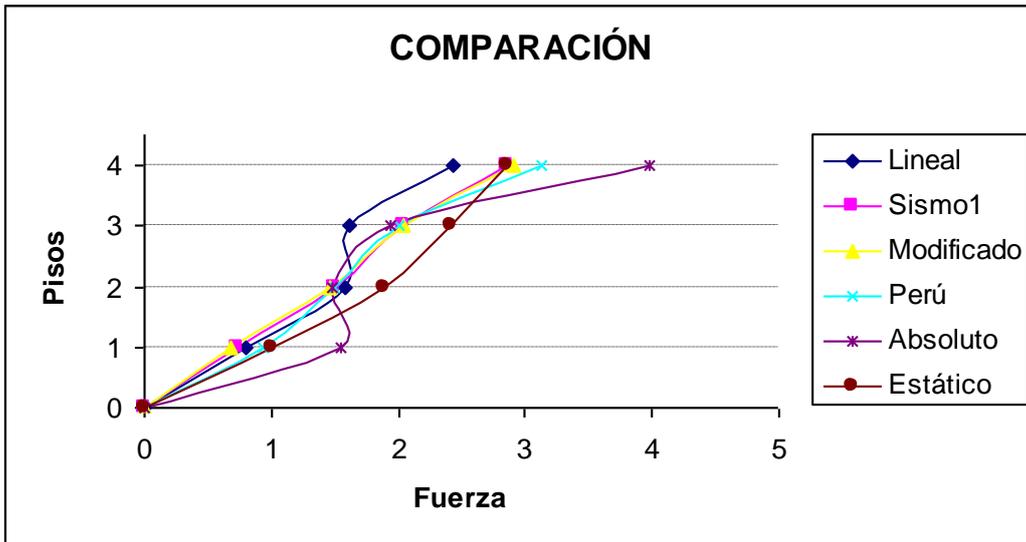


Figura 6.161 Fuerzas para estructuras de cuatro piso – S4

## CINCO PISOS

Las Figuras 6.162, 6.163, 6.164, 6.165 muestran la comparación realizada en estructuras de cinco pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

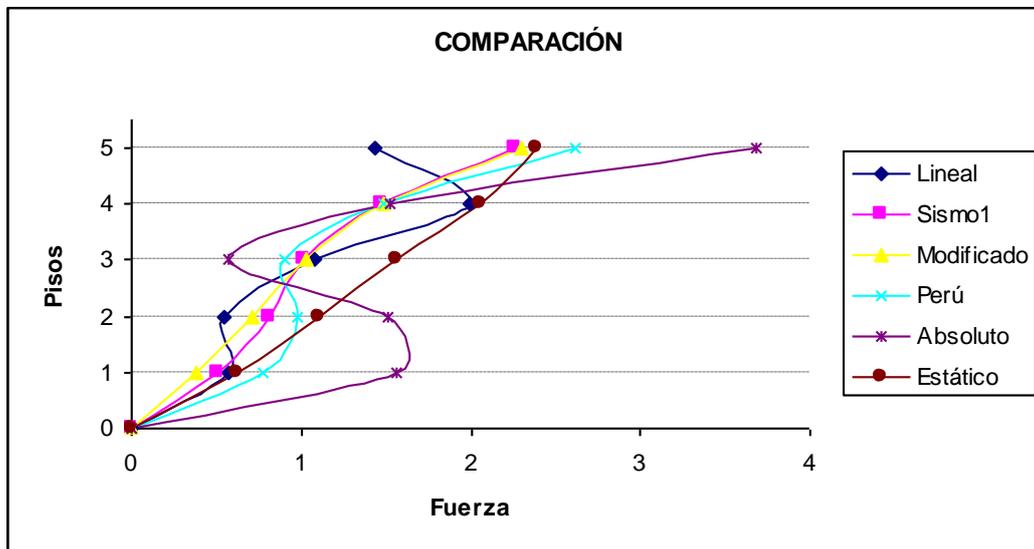


Figura 6.162 Fuerzas para estructuras de cinco piso – S1

### SUELO S2

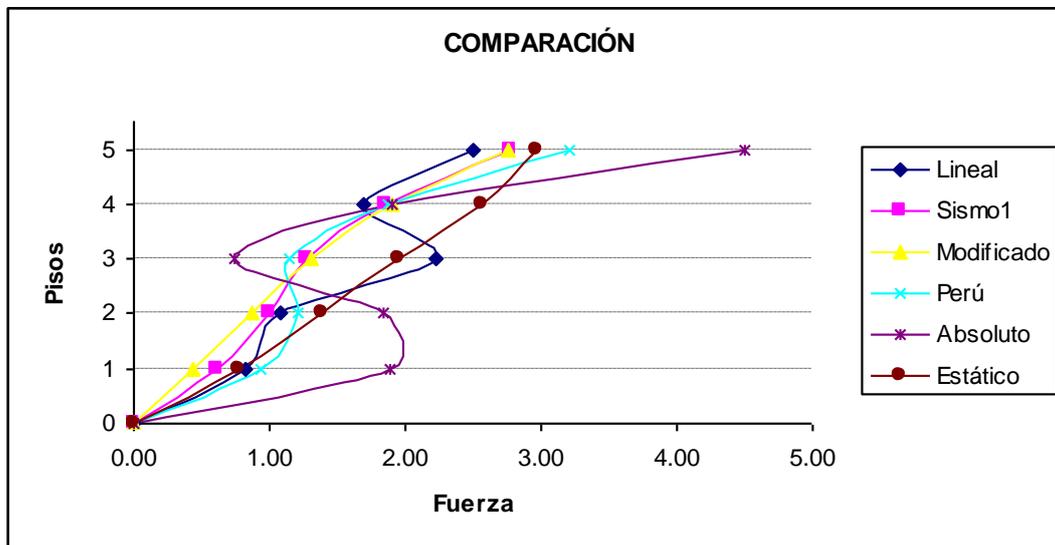


Figura 6.163 Fuerzas para estructuras de cinco piso – S2

### SUELO S3

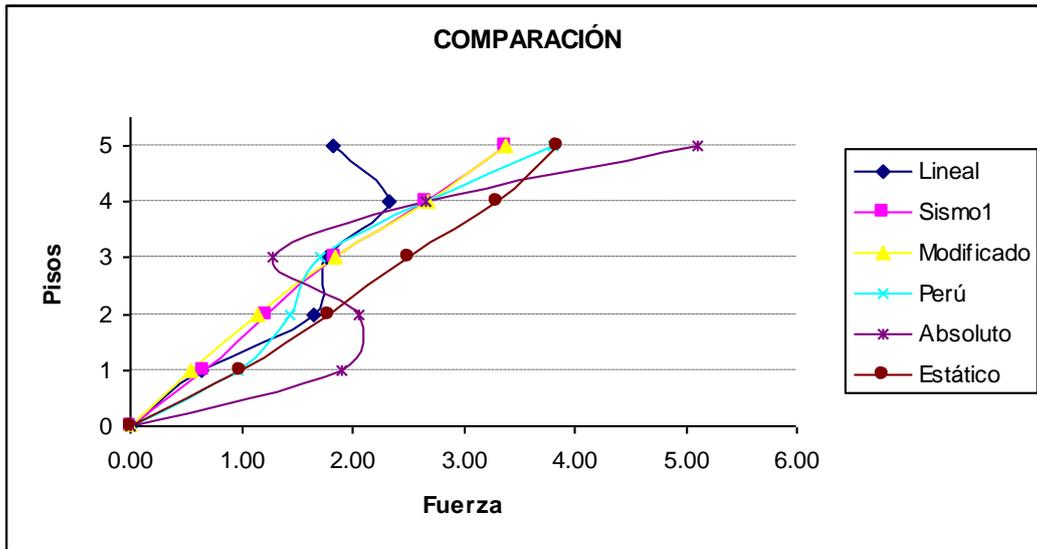


Figura 6.164 Fuerzas para estructuras de cinco piso – S3

### SUELO S4

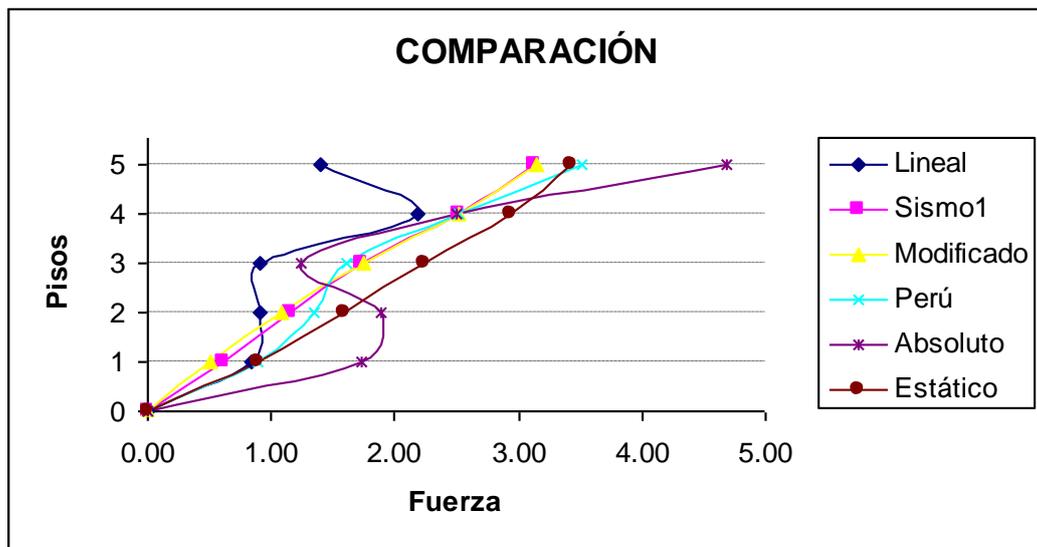


Figura 6.165 Fuerzas para estructuras de cinco piso – S4

## SEIS PISOS

Las Figuras 6.166, 6.167, 6.168, 6.169 muestran la comparación realizada en estructuras de seis pisos para cada tipo de suelo en que se realizó el análisis.

### SUELO S1

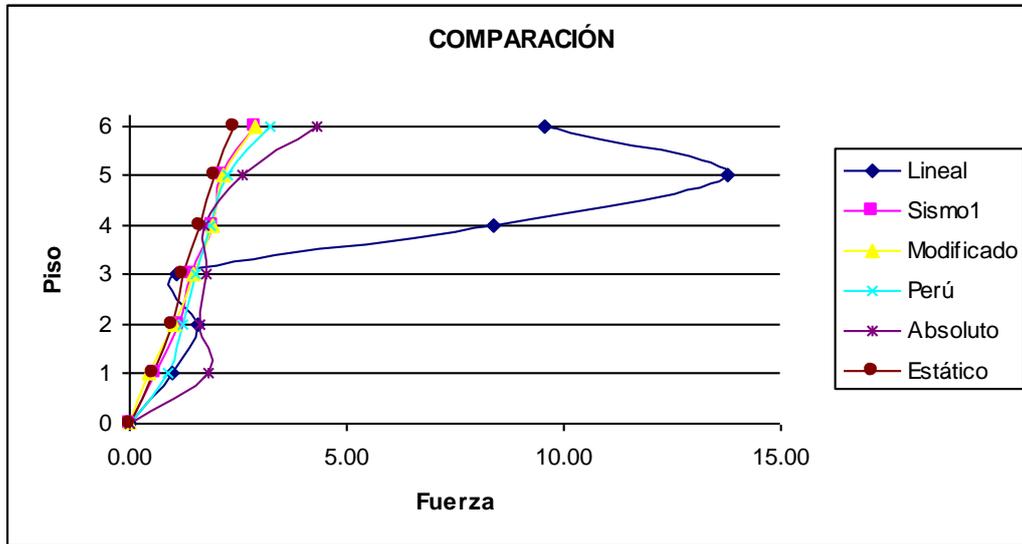


Figura 6.166 Fuerzas para estructuras de seis pisos – S1

### SUELO S2

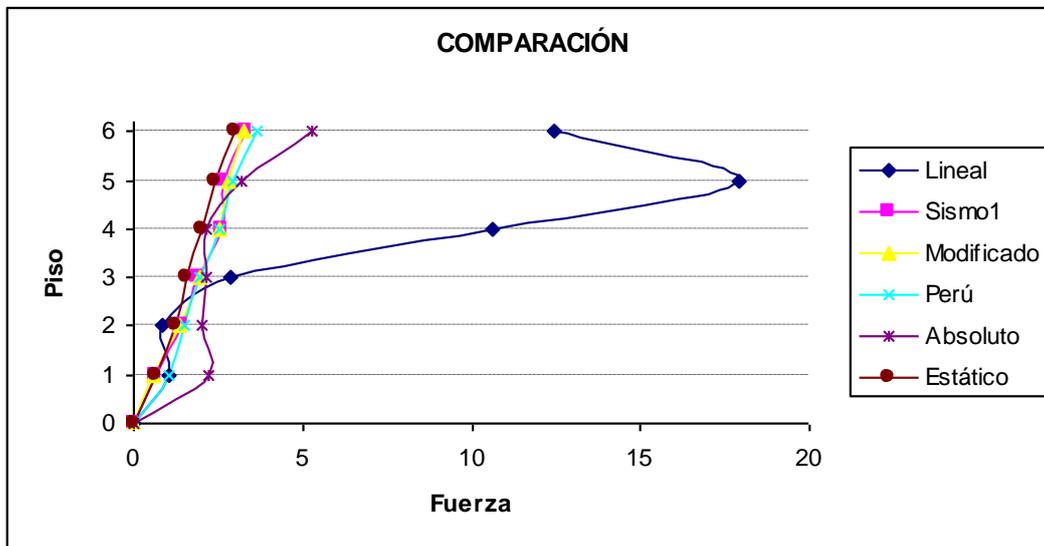


Figura 6.167 Fuerzas para estructuras de seis pisos – S2

### SUELO S3

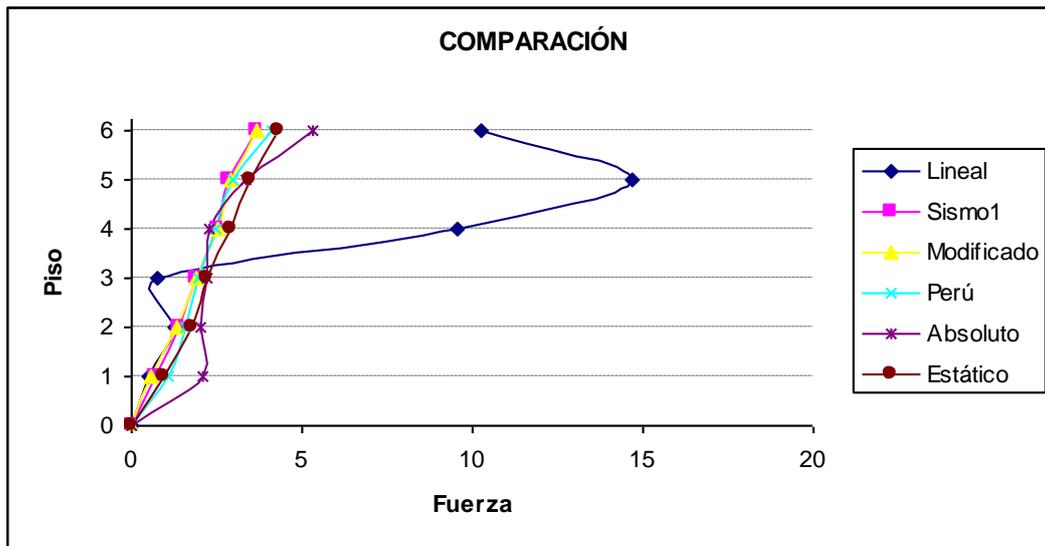


Figura 6.168 Fuerzas para estructuras de seis piso – S3

### SUELO S4

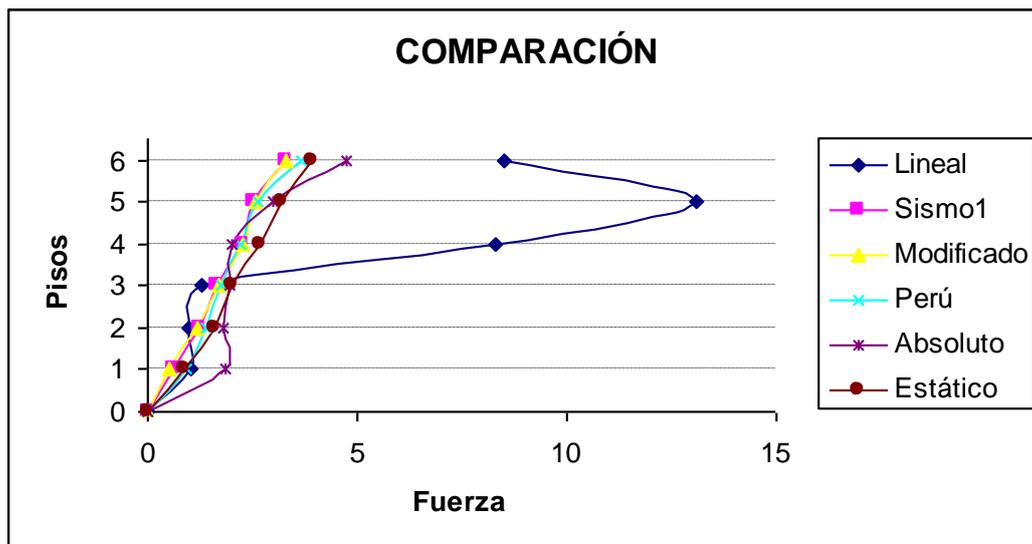


Figura 6.169 Fuerzas para estructuras de seis piso – S4

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **RESUMEN**

Se presentan las conclusiones que se obtuvieron para cada capítulo de la presente investigación, luego de haber analizado 1152 casos de estructuras de 1 a 6 pisos que responden a la realidad de las edificaciones existentes en el país.

La investigación estaba orientada a determinar la mejor aproximación a la respuesta sísmica obtenida con los diferentes criterios de combinación modal.

Por otra parte, luego de analizar los períodos de vibración de las estructuras se determina que es necesario incrementar en un 30% el período obtenido con la fórmula aproximada que estipula el CEC-2000, para poder compararlo con el período obtenido a partir de la solución dinámica.

## 7.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó con este trabajo se describen a continuación.

### ANÁLISIS LINEAL

Se definieron los diferentes elementos del análisis lineal que se emplearán:

En primer lugar, los acelerogramas. Estos se obtienen a partir del espectro elástico del CEC2000 (acelerogramas sintéticos) y se requirió comprobar su precisión. En segundo lugar, la estructura, que se representa por medio de pórticos planos con vigas axialmente indeformables.

Para considerar todos los tipos de suelo, y diferentes duraciones se usan 28 acelerogramas sintéticos. Para considerar estructuras de 1 hasta 6 pisos, con diferentes dimensiones de vigas y columnas y además diferentes cargas se usaron 672 casos. El trabajo realizado permitió obtener las siguientes conclusiones:

- Gráficamente la media encontrada con los espectros de los acelerogramas sintéticos obtenidos por el Dr. Aguiar para cada tipo de suelo es similar a los espectros estipulados en el Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000, por lo que se los considera para encontrar la historia de la respuesta en el tiempo de las estructuras.
- El modelo de cálculo considerado en el análisis permite hacer algunas simplificaciones en el método empleado, como es el caso de la matriz de masas de la estructura que se la considera diagonal y la obtención de valores y vectores propios utilizando el método de Jacobi.
- En el análisis es importante resaltar que se utilizó la matriz de amortiguamiento tipo Rayleigh y además que para encontrar los modos de vibración de la estructura se utilizó el método de Ritz. El primer caso significa el uso de una técnica clásica, comprobada, para la estimación del amortiguamiento y en el segundo caso, éste se debió al interés de obtener modos de vibración para todos los grados de libertad.
- La respuesta en el tiempo se decidió calcular mediante el método de Newmark, cuyos coeficientes fueron:  $\beta=0.1667$  y  $\gamma=0.5$ . Estos valores, de acuerdo a trabajos anteriores, resultan adecuados para obtener la convergencia del método.

### MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN MODAL

Luego de definir el modelo numérico para realizar el análisis sísmico plano con el método de superposición modal, obtener fuerzas y cortantes de piso para cada modo de vibrar y describir los criterios de combinación que se utilizaron se obtienen las siguientes conclusiones:

- Son características geométricas importantes del análisis, porque determinan directamente la magnitud de los desplazamientos, las siguientes: Se realiza el análisis considerando inercias agrietadas de los elementos estructurales y un coeficiente de elasticidad  $E_c= 2'173.706,51 \text{ T/m}^2$ .

- Otra característica importante, esta vez relacionada con la magnitud de la carga es la combinación para encontrar la carga total que gravita sobre las vigas  $W=D+0.25L$ . Nótese que se considera la mitad del vano como ancho cooperante.
- Los parámetros dinámicos utilizados para encontrar las aceleraciones espectrales son  $\alpha=1$ ,  $\beta=2.5$  y  $A_0=0.40g$ ,
- Con el ejemplo se observa gráficamente que el criterio del valor absoluto es el límite superior de los cuatro criterios de combinación modal mientras que el límite inferior es el criterio del valor máximo probable.
- Se deben realizar los controles de cortante basal mínimo, deriva máxima de piso y efecto P- $\Delta$  utilizando inercias gruesas, de acuerdo al Director de la Tesis, de los elementos estructurales para determinar los desplazamientos elásticos que intervienen en los controles.

## **CORTANTE BASAL MÍNIMO**

Luego de analizar los dos procedimientos que define el CEC-2000 para la determinación del período fundamental de vibración en estructuras de 1 a 6 pisos, con las cuatro configuraciones geométricas que se describen en este capítulo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- El factor de reducción de fuerzas sísmicas que el código estipula para estas estructuras es  $R_w=10$  y los factores de configuración estructural en planta y en elevación  $\phi_p$  y  $\phi_e = 1$ .
- Cabe indicar que el factor de reducción de fuerzas sísmicas es muy alto, pero debido a que se trató de simular las condiciones en las que se diseñan y construyen las edificaciones en el Ecuador se consideró un valor de 10.
- El período es inversamente proporcional al coeficiente C y éste depende del tipo de suelo en el que se encuentre la estructura.
- Se decidió usar el valor de  $C_t$  estipulado en el UBC-95 igual a 0.0731, porque se consideró que el documento fuente del CEC2000 (en este caso el UBC-95), es más preciso.
- La consideración de fuerzas arbitrarias para la aplicación del segundo método de obtención del periodo de la estructura no incide en los resultados que se obtienen con el mismo.
- El incremento del 30% realizado al período fundamental de las estructuras calculado usando el método 1 del CEC-2000 da valores de períodos todavía bajos con relación a los períodos obtenidos con el análisis modal espectral.
- Este criterio tiene la excepción en las estructuras de 6 pisos debido a que tienen una rigidez extremadamente grande, por lo que los periodos calculados por el análisis modal espectral son menores al período calculado con la fórmula aproximada del CEC-2000.

## **ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS**

Luego de analizar 1152 casos de estructuras de 1 a 6 pisos sometidas a eventos sísmicos a través de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño en los diferentes perfiles de suelo definidos por el CEC-2000, para desplazamientos se obtiene:

- El menor desplazamiento obtenido se produjo en las estructuras de 1 a 6 pisos clasificadas como Regulares, mientras que las estructuras que presentaron el mayor desplazamiento fueron las clasificadas como Asim+Meza.
- Existe una excepción para las estructuras de 6 pisos clasificadas como Asim y Asim+Meza ya que presentan un cambio de dimensiones en el 5to piso que hace que los desplazamientos en éste sean menores que los desplazamientos en las otras estructuras que intervienen en el análisis.
- En las estructuras de un piso los criterios de combinación modal coinciden debido a que todos consideran el primer modo de vibración como el fundamental.
- Se observa que el criterio que define el límite superior es el del valor absoluto, los criterios de AGH y de la norma técnica del Perú definen una aproximación que está sobre el límite inferior definido por el criterio del valor máximo probable.
- El análisis estático es conservador y hasta aproximado al análisis modal espectral para estructuras de 1 hasta 5 pisos, pero para estructuras de 6 pisos se observa lo contrario.

## **ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL CORTANTE BASAL**

Luego de analizar 1152 casos de estructuras de 1 a 6 pisos sometidas a eventos sísmicos a través de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño en los diferentes perfiles de suelo definidos por el CEC-2000, para cortante basal se obtiene:

- Los cortantes obtenidos a través del análisis lineal con los siete acelerogramas para cada suelo se promediaron y fueron llevados al rango inelástico para poder realizar la comparación con los cortantes encontrados por los otros criterios.
- El análisis se debe realizar solo tomando en cuenta la carga muerta de las estructuras.
- Se observa como límite superior el criterio del valor absoluto y como límite inferior los criterios del valor máximo probable y AGH, por lo que se considera una mejor aproximación el criterio de la norma técnica del Perú.
- Como se indicó el análisis estático es conservador para estructuras de 1 hasta 5 pisos, pero para las estructuras de 6 pisos debido a su alta rigidez no lo es.

## **ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA REPARTICIÓN DE FUERZAS EN LOS PÓRTICOS**

Luego de analizar 1152 casos de estructuras de 1 a 6 pisos sometidas a eventos sísmicos a través de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño en los diferentes perfiles de suelo definidos por el CEC-2000, para la repartición de fuerzas en los pórticos se obtiene:

- Al considerar las fuerzas encontradas a partir de los desplazamientos y la matriz de rigidez lateral utilizando inercias gruesas y llevarlas al rango inelástico con el factor de reducción  $R$  en el análisis lineal se obtuvieron valores negativos en algunos pisos de la estructura, por lo que al considerarlos en valor absoluto existió una diferencia significativa con el resto de criterios analizados.
- De esta observación se puede concluir que el modelo utilizado es muy sensible y se debería revisar de una forma más detenida dicho proceso.
- El criterio del valor absoluto no tiene la misma tendencia que los demás criterios de combinación modal debido a que no considera los signos de los valores obtenidos.
- Para el análisis de las fuerzas no se consideró torsión accidental, por lo que se deja abierta la investigación para que otra persona retome e introduzca este valor que incrementaría las fuerzas actuantes en las estructuras.

### **7.2 RECOMENDACIONES**

El trabajo que se ha presentado involucra los siguientes aspectos: análisis lineal, análisis del método de superposición modal, análisis del cortante basal mínimo y análisis de la respuesta sísmica encontrada en desplazamientos, fuerzas en cada modo y cortante basal de las estructuras. Las recomendaciones que se hacen son las siguientes:

- El trabajo realizado considera pórticos planos, por lo que se recomienda realizar investigaciones que consideren estructuras en el espacio y por lo tanto consideren la torsión accidental, así como también la irregularidad en planta y en elevación que son aspectos importantes que se deberían involucrar en el análisis.
- Se recomienda realizar el incremento del 30% al período fundamental de vibración de las estructuras para tener una mejor respuesta sísmica de las mismas, hasta que se realice un estudio más detallado del período fundamental en el cual se obtenga una expresión que considere las características geométricas de la estructura como es la rigidez, ya que se vio que al no considerar ésta se puede sub-estimar o sobre-estimar dichos valores.
- Finalmente espero que este trabajo sea un aporte para quienes estudien e investiguen el comportamiento sísmico de las estructuras, pues la ciencia es únicamente válida cuando se la usa para el beneficio de todos.