

# EXPERIENCIAS DEL REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE CENTROS EDUCATIVOS EN EL PERU

ING. CARLOS IRALA CANDIOTTI



PROFESOR PRINCIPAL FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNI

2do. Curso ALEMANIA-MÉXICO-PERÚ  
CISMID-FIC-UNI

# ACTIVIDAD SISMICA EN LOS ULTIMOS AÑOS EN EL PERU

- **SISMO DE NAZCA**

12 NOVIEMBRE 1996

Ms = 7.3      Mw = 7.7

Profundidad focal: 33 Km.

- **SISMO DE AREQUIPA**

23 JUNIO 2001

Ms = 7.9      Mw = 8.2

Profundidad focal: 38 Km.

- **SISMO DE MOYOBAMBA**

25 SEPT. 2005

Mw = 7.5

Profundidad focal: 115 Km.

- **SISMO DE PISCO**

15 AGOSTO 2007

Mw = 8.0

Profundidad focal: 39 Km.

# MAPA DE ZONIFICACION SISMICA DEL PERU

(N.T.E. E.030 DISEÑO SISMO-RESISTENTE)

## ZONAS SÍSMICAS



## FACTOR DE ZONIFICACION SISMICA (Z)

- ZONA 3 = 0.40 g
- ZONA 2 = 0.30 g
- ZONA 1 = 0.15 g

EDIFICACIONES Y  
ESTRUCTURAS EN  
GENERAL



DISEÑADAS  
PARA  
SOPORTAR  
ACCIONES  
SISMICAS

## **REFORZAMIENTO DE CENTROS EDUCATIVOS**



## **PRINCIPALES CAUSAS DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS EN CENTROS EDUCATIVOS**

**COLEGIOS CONSTRUIDOS CON  
ANTERIORIDAD AL AÑO 1997 Y  
QUE NO HAN SIDO EVALUADAS NI  
REFORZADAS CONSIDERANDO LA  
NORMATIVIDAD VIGENTE**





**MODULOS DE AULAS  
CONSTRUIDOS POR LA APAFA  
SIN ASESORAMIENTO  
TECNICO Y NINGUN CONTROL  
DE CALIDAD**



**NO SE HA EVALUADO  
CORRECTAMENTE LAS  
CONDICIONES GEOTECNICAS  
DE LOS SUELOS DE  
FUNDACION**





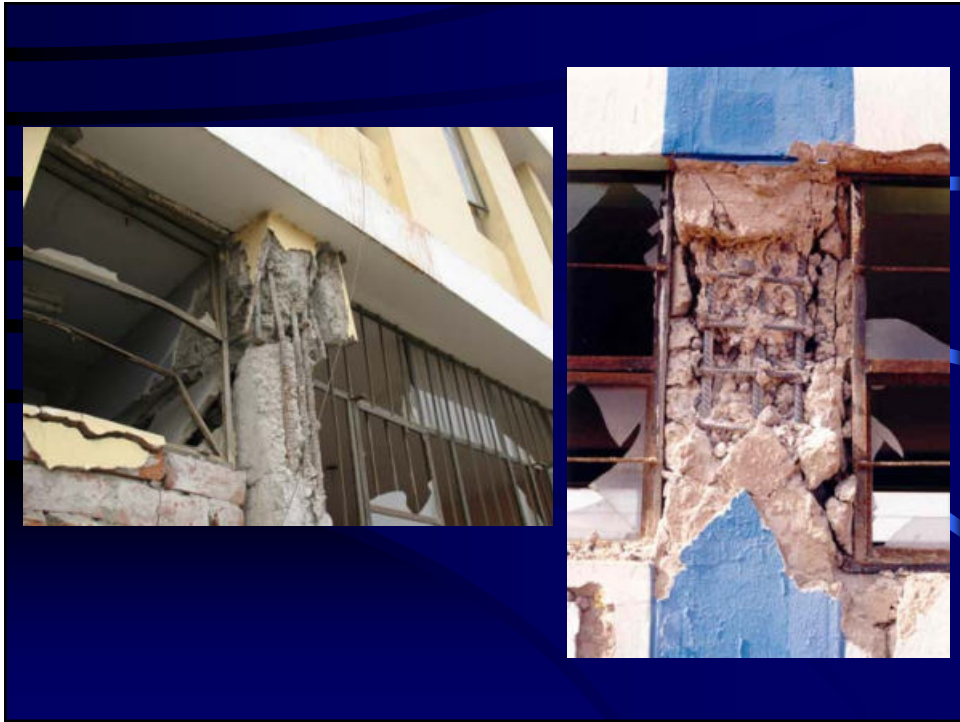
**DEFICIENCIAS EN LA  
CONFIGURACION  
ESTRUCTURAL**





**DEFICIENCIAS EN LOS  
PROCEDIMIENTOS  
CONSTRUCTIVOS**







**ELEMENTOS NO  
ESTRUCTURALES SIN  
PROTECCION**





**DETERIORO GRADUAL  
DE LAS EDIFICACIONES  
GENERANDO EL  
EFECTO DE FALLA  
PROGRESIVA**





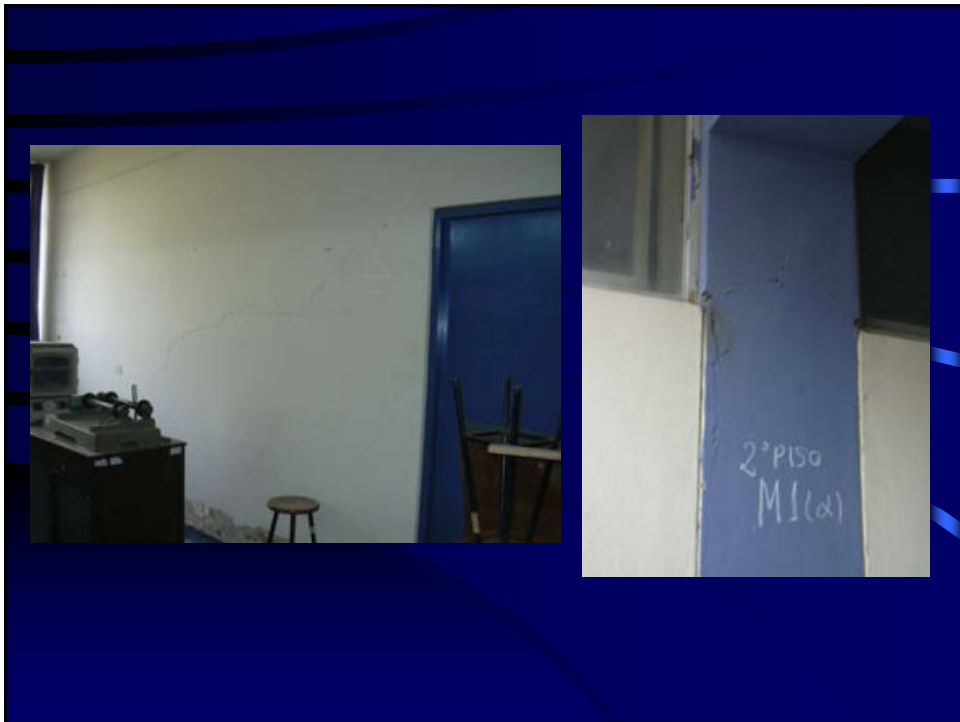
# EVALUACION ESTRUCTURAL

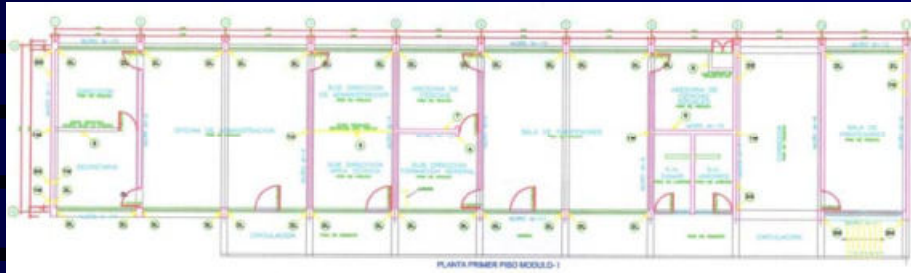
**EVALUACION ESTRUCTURAL:** realizar un diagnostico del estado de una estructura, determinando las causas, orígenes y los mecanismos que han producido su deterioro o falla, que permita recomendar los procedimientos de reparación y/o reforzamiento.



## INSPECCION DE DAÑOS

# LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL Y LEVANTAMIENTO DE DAÑOS





## EXTRACCION DE TESTIGOS DIAMANTINOS



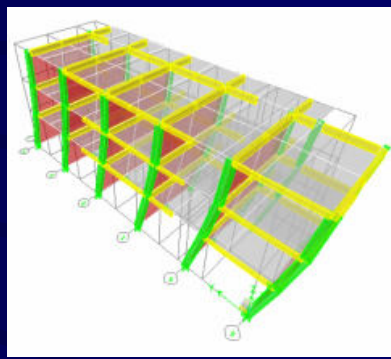
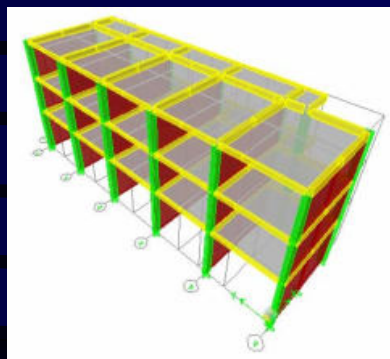
## PIQUES DE VERIFICACIONES



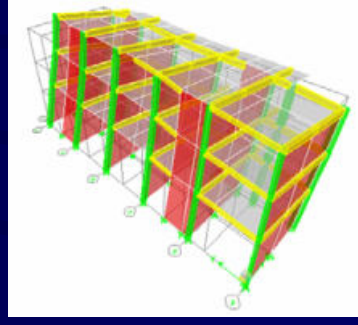
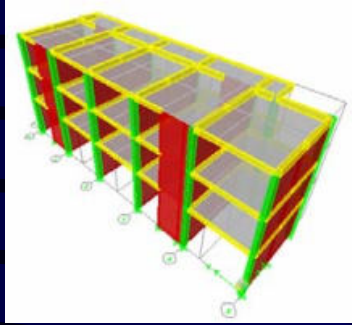
# ANALISIS ESTRUCTURAL

## TIPOS DE ANALISIS

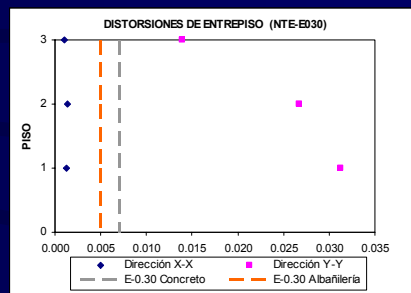
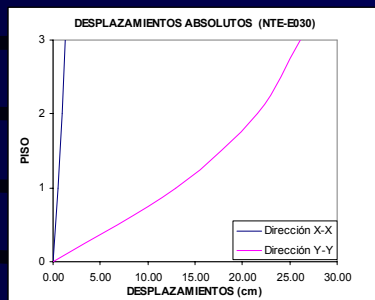
- ANALISIS GLOBAL
- ANALISIS LOCAL



## ANALISIS SISMICO ESTRUCTURA EXISTENTE

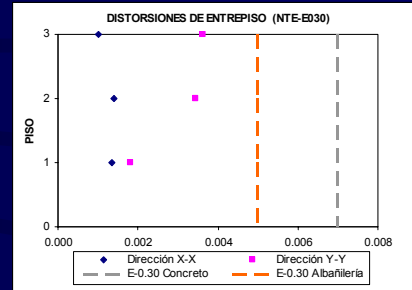
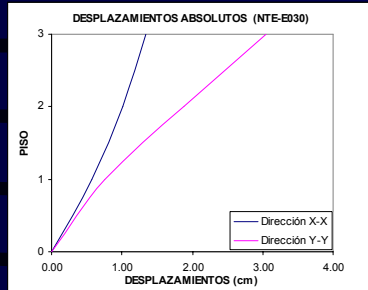


**ANÁLISIS SISMICO ESTRUCTURA CON PROPUESTA DE REFORZAMIENTO**



**DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y DISTORSIONES DE ENTREPISO - ESTRUCTURA EXISTENTE**





**DESPLAZAMIENTOS TOTALES Y DISTORSIONES DE ENTREPISO - ESTRUCTURA CON PROPUESTA DE REFORZAMIENTO**

**DIAGNOSTICO DE LA EVALUACION ESTRUCTURAL**

## TIPOS DE INTERVENCION

- REPARACION
- REFORZAMIENTO
- DEMOLICION PARCIAL
- DEMOLICION TOTAL

TOMA DE  
DECISION



CUANDO REPARAR ?

CUANDO REFORZAR ?

## **CUANDO REPARAR ?**

- **CUANDO LOS DAÑOS NO SON DE INDOLE NETAMENTE ESTRUCTURAL**
- **DAÑOS MENORES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES (FISURAS)**
- **DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

## **CUANDO REFORZAR ?**

- **CUANDO LOS DAÑOS SON DE INDOLE NETAMENTE ESTRUCTURAL**
- **DAÑOS EN EL CONCRETO HAN COMPROMETIDO ELEMENTOS ESTRUCTURALES**
- **LOS DAÑOS EN LA CIMENTACION HAN COMPROMETIDO LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

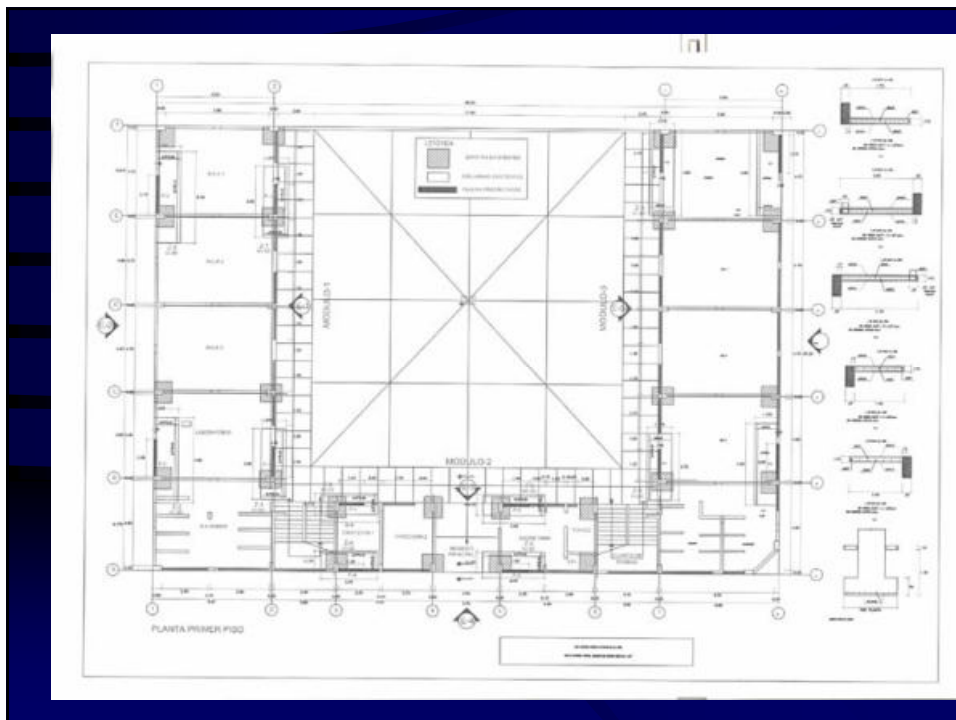
## **CUANDO REFORZAR ?**

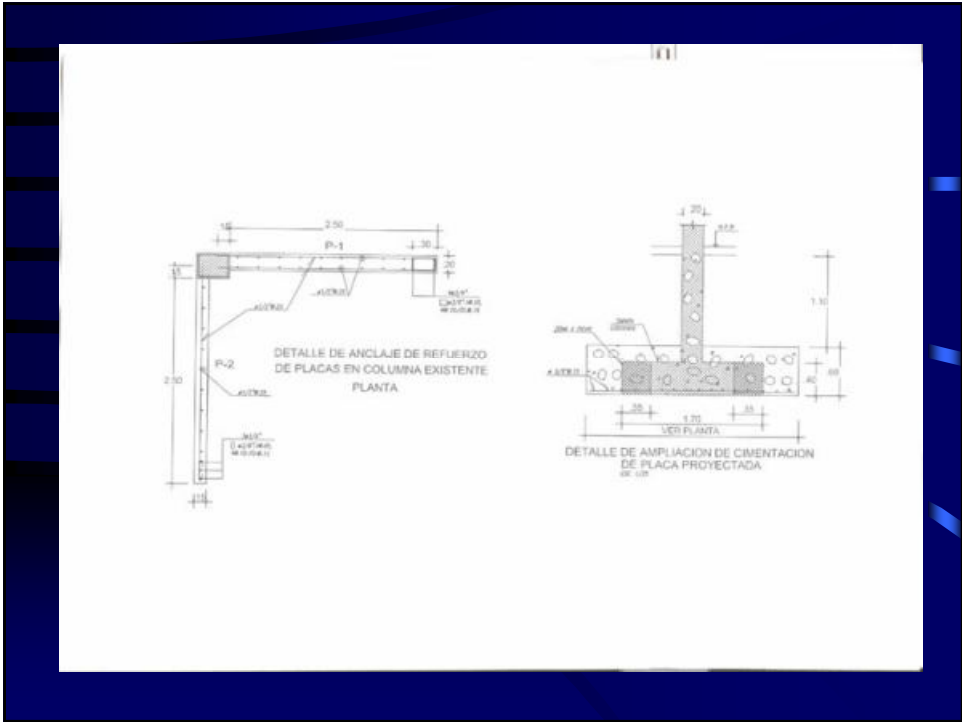
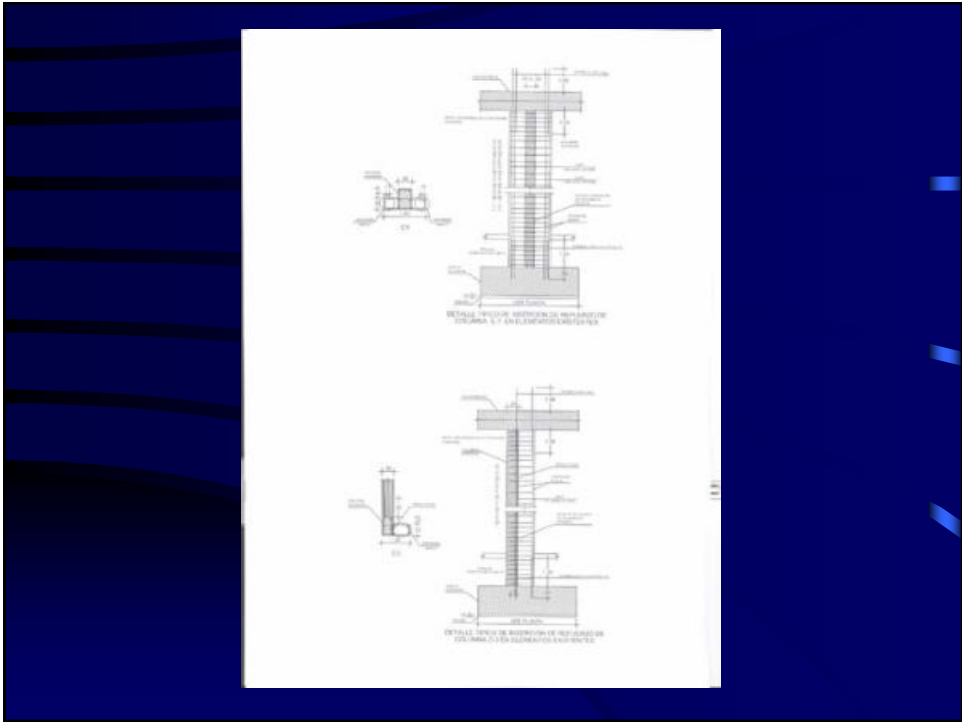
- CUANDO POR LA ACCION DEL MEDIO AMBIENTE, USO DE LA ESTRUCTURA O ACCIONES ACCIDENTALES, EL SISTEMA ESTRUCTURAL SE ENCUENTRA AFECTADO
- CORROSION SEVERA EN EL ACERO DE REFUERZO

## **TIPOS DE REFORZAMIENTO**

- INCLUSION DE NUEVOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA INCREMENTAR RESISTENCIA Y/O RIGIDEZ A LA ESTRUCTURA
- REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES POR PERDIDA DE RESISTENCIA
- REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA INCREMENTAR SU RIGIDEZ Y CONTROLAR DEFORMACIONES

# ALGUNOS DETALLES DE REFORZAMIENTO







CRITERIOS PARA EL  
DISEÑO DE EDIFICIOS EN  
ZONAS DE ALTO RIESGO  
SISMICO

**¿COMO PREPARAR NUESTRAS  
EDIFICACIONES ANTE UN EVENTO  
SISMICO?**



- **EXISTA PLANEACION**
- **DISEÑO ADECUADO**
- **CONSTRUCCION ADECUADA**
- **MANTENIMIENTO PERIODICO**



**CONSIDERAR LAS  
CONDICIONES LOCALES**

**ESTRUCTURACION DE  
EDIFICIOS EN ZONAS DE  
ALTO RIESGO SISMICO**



## **PROYECTAR ESTRUCTURAS REGULARES**



## **DEFORMACION LIMITADA**



**EVITAR EFECTO DE COLUMNA CORTA**

The same dark blue background with wavy lines as the first diagram. The text "EVITAR EFECTO DE COLUMNA CORTA" is centered in a light green color.



**EVITAR ESTRUCTURAS CON  
PISO BLANDO**



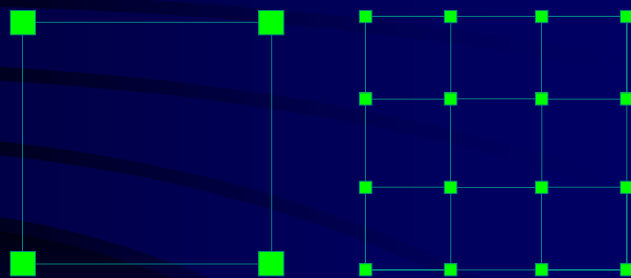


## MINIMIZAR EFECTOS DE TORSION EN PLANTA



# PROYECTAR ESTRUCTURAS Y FORMAS SIMETRICAS

## PLANTAS Y FORMAS SIMETRICAS







# CONTINUIDAD EN LA ESTRUCTURA TANTO EN PLANTA COMO EN ELEVACION



# INCLUSION DE LINEAS SUCESIVAS DE RESISTENCIA

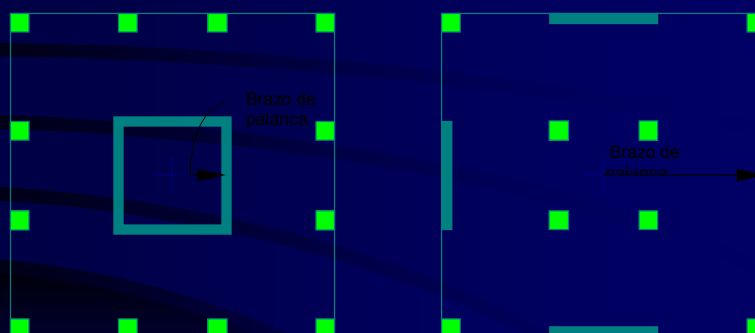


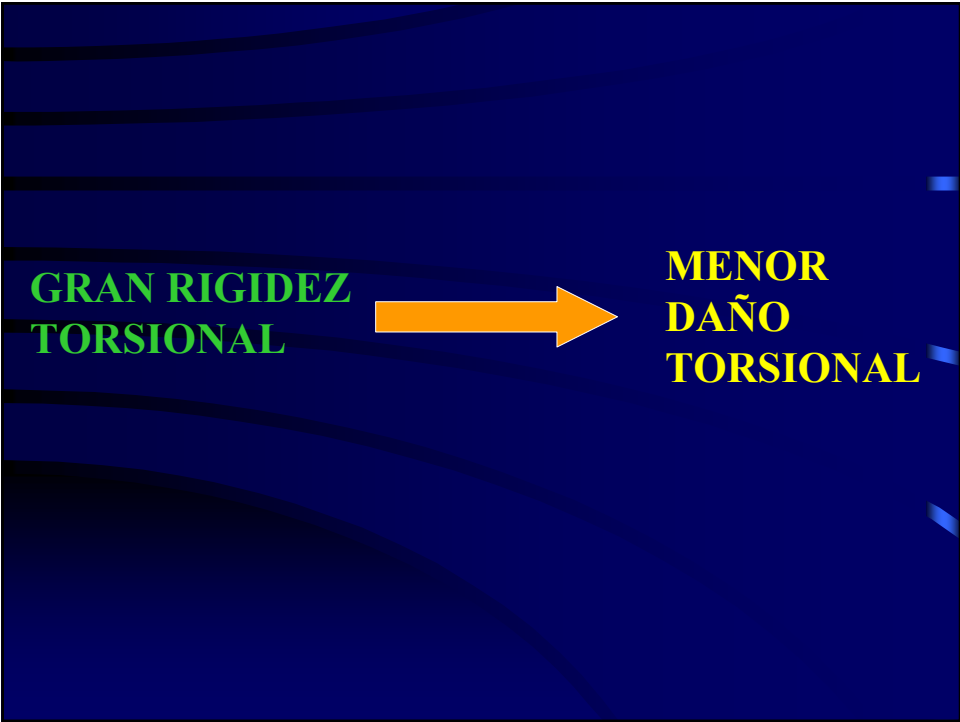
# REDUNDANCIA E HIPERESTATICIDAD



## RESISTENCIA PERIMETRAL

## RIGIDEZ TORSIONAL







**SUFICIENTE DENSIDAD DE  
ELEMENTOS VERTICALES EN  
CADA UNA DE LAS  
DIRECCIONES**



## PROTECCION ADECUADA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES





## BUENA CALIDAD EN LA CONSTRUCCION



**GRACIAS**