



FACULTAD DE INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

# **Análisis de la Respuesta Dinámica de Sistemas de un 1GL para la Determinación del Coeficiente de Reducción R**

**Autor: MADELEINE JEANET PUMA PACORI**

**Asesor: Mag. Miguel Armando Salas Chavez**

Tesis presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil como  
parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**AREQUIPA – PERÚ**

**2023**

# Tesis Final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://archive.org">archive.org</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.scipedia.com">www.scipedia.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%

---

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un análisis de la respuesta dinámica de sistemas de un grado de libertad con el fin de evaluar patrones de comportamiento del coeficiente de reducción  $R$  para la norma peruana. El factor de reducción constituye la transición de una estructura con un sistema elástico a uno inelástico, teniendo en consideración que el desplazamiento máximo del sistema inelástico sea igual al desplazamiento máximo del sistema elástico. Esta noción, conocida como “la regla de desplazamientos iguales” según Newmark, continúa siendo ampliamente aplicada en la actualidad para determinar el factor  $R$ . Bajo este contexto, es necesario realizar el cálculo de los espectros de desplazamiento elásticos e inelásticos para distintos sismos. Para ello se toma como muestra 150 sismos corregidos y se clasifican de acuerdo a su contenido frecuencial media, considerando la relación  $A_{max}/V_{max}$ , de esta clasificación se obtiene 30 sismos con relación de  $A/V < 0.8$  g/m/s que representa una baja frecuencia y una distancia epicentral lejana, 40 sismos con relación de  $0.8$  g/m/s  $< A/V < 1.2$  g/m/s que representa una frecuencia moderada con una distancia epicentral intermedia y 50 sismos con una relación de  $A/V > 1.2$  g/m/s que representa una alta frecuencia con una distancia epicentral cercana.

Los espectros de desplazamientos elásticos se determinan considerando periodos desde 0.1, 0.2, hasta 2 segundos, una masa igual a 1, y amortiguamiento de 0.05. Los espectros inelásticos se determinan considerando el espectro inelástico de pseudoaceleración proporcionado en la norma E030 con la factores de reducción  $R$  igual a 1,2,4,6, y 8, factor de zona igual 0.35, factor de suelo igual a 1,15 y factor de uso igual a 1, usando esta información se calcula los desplazamientos máximos para distintos tipos de comportamiento histerético de la estructura, como el modelo de Takeda, con el objetivo representar el comportamiento de estructuras de concreto armado, el modelo bilineal con endurecimiento, que representa estructuras de acero y el elastoplástico ideal, como un modelo teórico de comparación. En base a los resultados se concluye que el factor de reducción en relación a la ductilidad depende del periodo de la estructura, comportamiento histerético, y contenido frecuencial del sismo. Teniendo en cuenta todos estos parámetros se formula una ecuación para el coeficiente de reducción  $R$ .

Palabras clave: factor de reducción  $R$ , relación  $A_{max}/V_{max}$ , espectros de desplazamiento, periodo, modelos histeréticos.

## ABSTRACT

The purpose of this research work is to analyze the dynamic response of one-degree-of-freedom systems in order to evaluate the behavior patterns of the reduction coefficient  $R$  for the Peruvian standard. The reduction factor constitutes the transition from a structure with an elastic system to an inelastic one, taking into consideration that the maximum displacement of the inelastic system is equal to the maximum displacement of the elastic system. This notion, known as "the rule of equal displacements" according to Newmark, is still widely applied today to determine the factor  $R$ . In this context, it is necessary to calculate the elastic and inelastic displacement spectra for different earthquakes. For this purpose, 150 corrected earthquakes are taken as a sample and classified according to their average frequency content, considering the ratio  $A_{max}/V_{max}$ , from this classification we obtain 30 earthquakes with a ratio of  $A/V < 0.8$  g/m/s that represents a low frequency and a far epicentral distance, 40 earthquakes with a ratio of  $0.8 \text{ g/m/s} < A/V < 1.2 \text{ g/m/s}$  which represents a moderate frequency with an intermediate epicentral distance and 50 earthquakes with an  $A/V$  ratio  $> 1.2 \text{ g/m/s}$  which represents a high frequency with a close epicentral distance.

The elastic displacement spectra are determined considering periods from 0.1, 0.2, up to 2 seconds, a mass equal to 1, and damping of 0.05. The inelastic spectra are determined considering the pseudo-acceleration inelastic spectrum provided in the E030 standard with the reduction factors  $R$  equal to 1, 2, 4, 6, and 8, zone factor equal to 0.35, soil factor equal to 1.15 and use factor equal to 1, using this information the maximum displacements are calculated for different types of hysteretic behavior of the structure, such as the Takeda model, with the objective of representing the behavior of reinforced concrete structures, the bilinear model with stiffening, which represents steel structures and the ideal elastoplastic, as a theoretical model for comparison. Based on the results it is concluded that the reduction factor in relation to ductility depends on the period of the structure, hysteretic behavior, and frequency content of the earthquake. Taking into account all these parameters, an equation for the reduction coefficient  $R$  is formulated.

Keywords: Reduction factor  $R$ ,  $A_{max}/V_{max}$  ratio, displacement spectra, period, hysteretic models.