

**INFLUENCIA DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO EN LOS COSTOS
PARA UNA ESTRUCTURA APORTICADA EN LA CIUDAD DE
CARTAGENA DE ACUERDO A LA NSR-10**



**Universidad de
Cartagena**

Fundada en 1827



**Programa de
Ingeniería Civil**

Fundado en 1949

ANTONIO JOSE RANGEL MORA

MAURICIO JAVIER VILLAFANE MATTOS

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2018

**INFLUENCIA DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO EN LOS COSTOS PARA UNA
ESTRUCTURA APORTICADA EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE ACUERDO A
LA NSR-10**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURAS, CONSTRUCCIÓN Y PATRIMONIO – ESCONPAT

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

AUTORES:

ANTONIO JOSE RANGEL MORA

MAURICIO JAVIER VILLAFANE MATTOS

DIRECTOR (A):

JOSE ESPAÑA MORATOS

INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.

2018



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

Walberto Rivera Martinez

Firma del Jurado

Arnoldo Berrocal Olave

Cartagena de Indias D. T. y C., ____ de _____ 2018.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

"Pero tú, persevera hasta el fin y descansa, que al final de los tiempos te levantarás para recibir tu recompensa." - Daniel 12:13 NVI

Mucha dedicación y entereza fue requerido para culminar este proceso de formación integral. A nuestros padres de manera muy especial le dedicamos esto porque este logro es para ellos, por habernos apoyado en todo momento, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y más que nada por su gran amor hacia nosotros. A nuestros directores Jairo Alvis Alí y Jose Faustino España Moratos por su constante y paciente seguimiento en el desarrollo del proyecto.

En primer lugar, agradecerle a Dios por su amor y bondad que es reflejado en nuestras vidas, porque hoy nos permite sonreír orgullosos de este logro junto a todas las personas que queremos y que han sido testigos de cuanto esfuerzo compartiendo su tiempo de manera generosa durante el desarrollo del presente trabajo.

De manera general, agradecemos a nuestra Alma Máter por permitirnos formarnos académica, personal y profesionalmente y a todos aquellos quienes de alguna manera han hecho parte de nuestro crecimiento y preparación como personas e ingenieros.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



CONTENIDO

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	2
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1. ANTECEDENTES	18
1.2. ESTADO DEL ARTE.....	21
1.3. MARCO TEÓRICO.....	23
1.3.1. Procedimiento de diseño de edificaciones tipo pórtico resistente a momentos de acuerdo con la NSR -10.....	24
1.3.1.1. Estudios geotécnicos.....	24
1.3.1.2. Diseño arquitectónico	24
1.3.1.3. Diseño estructural	24
1.3.2. Movimientos sísmicos de diseño	25
1.3.3. Perfil de suelo	28
1.3.4. Coeficiente de sitio	30
1.3.5. Grupos de uso y coeficiente de importancia.....	31
1.3.6. Espectro de diseño	34
1.3.7. Diseño sismo resistente.....	34
1.3.7.1. Sistemas estructurales.....	35
1.3.7.2. Método de la fuerza horizontal equivalente	35
1.3.7.2.1. Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes	36



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



1.3.7.2.2.	Periodo Fundamental de la estructura	37
1.3.7.2.3.	Requisitos de la deriva	38
1.3.7.3.	Fuerzas sísmicas reducidas de diseño.....	39
1.3.8.	Cantidades de obra.....	43
1.3.9.	Análisis de precio unitario (APU).....	44
2.	OBJETIVOS	46
2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	46
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
3.	ALCANCE	47
4.	METODOLOGÍA.....	48
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.	48
4.1.1.	Planta estructural	49
4.1.2.	Materiales	49
4.1.2.1.	Concreto	50
4.1.2.2.	Acero	50
4.2.	LOCALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	51
4.3.	PREDIMENSIONAMIENTO	59
4.4.	CARGAS PARA LAS EDIFICACIONES.....	60
4.4.1.	Carga muerta de elementos no estructurales.....	60
4.4.2.	Cargas vivas	61
4.5.	CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LAS EDIFICACIONES	62
4.5.1.	Periodo Fundamental de la estructura.....	65
4.5.2.	Cortante basal.....	70



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



4.5.3.	Fuerzas sísmicas de diseño	72
4.5.4.	Disipación de energía.....	73
4.6.	COMBINACIONES DE CARGA	75
4.7.	REQUERIMIENTOS DE DERIVA PARA AMBOS PERFILES DE SUELO	75
4.8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE PRECIOS.....	76
4.8.1.	Comparación de costos	78
4.9.	DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA ESTRUCTURA	81
4.9.1.	Planta estructural	82
4.9.2.	Materiales	82
4.9.2.1.	Concreto	82
4.10.2.2.	Acero	83
4.10.	PREDIMENSIONAMIENTO	84
4.11.	CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LAS EDIFICACIONES	85
4.11.1.	Periodo fundamental de la estructura.....	85
4.11.2.	Cortante Basal.....	86
4.11.3.	Fuerzas sísmicas de diseño.....	87
4.11.4.	Disipación de energía.....	88
4.12.	COMBINACIONES DE CARGA.....	89
4.13.	REQUERIMIENTOS DE DERIVA PARA LA NUEVA ALTERNATIVA.....	89
4.14.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE PRECIOS.....	90
4.14.1.	Comparación de costos.....	91
5.	CONCLUSIONES.....	95
6.	RECOMENDACIONES	97



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	100



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Costo Total del Concreto (millones).....	19
Ilustración 2. Mapa Geológico de Colombia	23
Ilustración 3. Metodología de diseño.....	25
Ilustración 4. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.	26
Ilustración 5. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g	34
Ilustración 6. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.	35
Ilustración 7. Procedimiento del método de la fuerza horizontal equivalente.....	36
Ilustración 8. Deriva en edificación.....	38
Ilustración 9. Capacidad de disipación de energía.....	40
Ilustración 10. Casos irregularidades de altura.	41
Ilustración 11. Casos irregularidades en planta.	42
Ilustración 12. Metodología para el cálculo de cantidades de obra.	43
Ilustración 13. Formato de Análisis de precios unitarios.....	44
Ilustración 14. Planta aplicada para los modelos.....	49
Ilustración 15. Contexto litológico del sector de estudio.....	52
Ilustración 16. Contexto geológico del sector de estudio.	55
Ilustración 17. Valores de Sa en el espectro de diseño.	71
Ilustración 18. Variación de la aceleración espectral (g).....	76
Ilustración 19. Variación del periodo fundamental (s).	76
Ilustración 20. Variación del cortante basal (ton).	78



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 21. Costo total para los niveles de estudio.....	81
Ilustración 22. Planta aplicada para los modelos.....	82
Ilustración 23. Valores de Sa en el espectro de diseño.....	86
Ilustración 24. Variación del periodo fundamental.....	90
Ilustración 25. Variación del cortante basal.....	91
Ilustración 26. Costo total de las edificaciones para los niveles de estudio (Fase 1 y 2).	94
Ilustración 27. Reducciones en planta, altura y ausencia de redundancia.	100
Ilustración 28. Sistema estructural utilizado en la fase 1.....	120
Ilustración 29. Sistema estructural utilizado en la fase 2.....	121



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto para la alternativa en Hormigón Armado.	19
Tabla 2. Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento.....	27
Tabla 3. Clasificación de los tipos de suelo.....	29
Tabla 4. Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro.	30
Tabla 5. Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro.	31
Tabla 6. Valores de coeficiente de importancia, I.	33
Tabla 7. Disipación de energía en las distintas zonas de amenaza sísmica.	40
Tabla 8. Características físicas y mecánicas del concreto utilizado	50
Tabla 9. Características físicas y mecánicas del acero utilizado.	50
Tabla 10. Resumen de resultados de Ensayos de Laboratorio.....	52
Tabla 11. Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.	55
Tabla 12. Valores de N para ambos perfiles de suelo.....	58
Tabla 13. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo C, D o E.....	59
Tabla 14. Dimensiones de los elementos estructurales.....	60
Tabla 15. Avalúo de cargas.....	61
Tabla 16. Avalúo de cargas cubierta.....	61
Tabla 17. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	61
Tabla 18. Periodo fundamental para la estructura de 3 niveles con perfil C en dirección X y Y. 65	
Tabla 19. Periodo fundamental para la estructura de 3 niveles con perfil D en dirección X y Y. 66	
Tabla 20. Periodo fundamental para la estructura de 5 niveles con perfil C en dirección X y Y. 66	
Tabla 21. Periodo fundamental para la estructura de 5 niveles con perfil D en dirección X y Y. 67	



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 22. Periodo fundamental para la estructura de 7 niveles con perfil C en dirección X y Y.	67
Tabla 23. Tabla 19. Periodo fundamental para la estructura de 7 niveles con perfil D en dirección X y Y.....	68
Tabla 24. Periodo fundamental para la estructura de 10 niveles con perfil C en dirección X y Y.	68
Tabla 25. Periodo fundamental para la estructura de 10 niveles con perfil D en dirección X y Y.	69
Tabla 26. Periodo fundamental aproximado de la estructura para todos los niveles de estudio y perfiles de suelo C y D.....	70
Tabla 27. Valores de Vb para todos los niveles de estudio y perfiles C y D.....	71
Tabla 28. Valores de las fuerzas sísmicas de diseño para los niveles de estudio y perfiles de suelo C y D.....	72
Tabla 29. Cantidades de obra para edificio de 3 Niveles ambos perfiles de estudio.....	78
Tabla 30. Cantidades de obra para edificio de 5 niveles ambos perfiles de estudio.....	79
Tabla 31. Cantidades de obra para edificio de 7 niveles ambos perfiles de estudio.....	80
Tabla 32. Cantidades de obra para edificio de 10 niveles ambos perfiles de estudio.....	80
Tabla 33. Características físicas y mecánicas del concreto utilizado Fase 2.....	83
Tabla 34. Características físicas y mecánicas del acero utilizado Fase 2.....	83
Tabla 35. Predimensionamiento de los elementos estructurales (Fase 2).....	84
Tabla 36. Valores de periodo fundamental de la estructura calculado y aproximado Fase 2.....	85
Tabla 37. Valores del cortante basal para todos los niveles de estudio Fase 2.....	86
Tabla 38. Valores de las fuerzas sísmicas de diseño para los niveles de estudio Fase 2.....	87
Tabla 39. Total de cantidades de obra (3 Niveles Fase 2).	91
Tabla 40. Total de cantidades de obra (5 Niveles Fase 2).	92



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 41. Total de cantidades de obra (7 Niveles Fase 2).	92
Tabla 42. Total cantidades de obra (10 Niveles Fase 2).	93
Tabla 43. Chequeo de derivas 3 Niveles.....	101
Tabla 44. Chequeo de derivas 5 Niveles.....	102
Tabla 45. Chequeo de derivas 7 Niveles.....	104
Tabla 46. Chequeo de derivas para 10 Niveles.....	106
Tabla 47. Chequeo de derivas para 3 niveles (Fase 2).....	109
Tabla 48. Chequeo de derivas para 5 Niveles (Fase 2).	110
Tabla 49. Chequeo de derivas 7 Niveles (Fase 2).	112
Tabla 50. Chequeo de derivas 10 Niveles (Fase 2).	115



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Espectro elástico de diseño de la edificación en Barrio España. 63

Gráfica 2. Espectro de diseño para la edificación ubicada en La Providencia. 64



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



RESUMEN

Mediante el presente documento, nos permitimos mostrar la aplicación de los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de la línea de estructura del programa de ingeniería civil, en desarrollo a la facultad de ingeniería de la universidad de Cartagena.

El objetivo principal del presente proyecto es analizar la variación en costos de cantidad de material entre dos perfiles de suelo en la ciudad. Inicialmente, se identificarán los parámetros necesarios para el análisis de una estructura, tales como: descripción, localización, tipo de estructura y geología de la zona, luego se definieron los materiales, secciones, geometrías, cargas y fuerzas sísmicas, posteriormente se realizó un análisis de fuerzas internas en los elementos estructurales para cada combinación de carga, así como su índice de sobreesfuerzo bajo las cargas aplicadas, el análisis estructural se realizó para dos tipos de suelo definidos en la NSR-10 como C y D. Se elaboró el diseño de cada uno de los elementos estructurales afectados los esfuerzos horizontales (vigas, columnas) y conocer en cuánto incide la variación de un tipo de suelo en el diseño de los elementos estructurales para edificios de 3, 5, 7 y 10 pisos, lo cual generó una discrepancia hasta del 20% aproximadamente, finalmente para tratar de reducir esta diferencia se optimizo el diseño menos favorable, eliminando un eje de columnas y aumentando la resistencia del concreto, dando como resultado una variación hasta del 12% aproximadamente, con respecto a la modelación del perfil C.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



ABSTRACT

Through this document, we allow you to show the application of the knowledge obtained during the development of the structure line of the civil engineering program, under development to the engineering faculty of the University of Cartagena.

The main objective of this project is to analyze the variation in material quantity costs between two soil profiles in the city. Initially, the parameters necessary for the analysis of a structure, such as: description, location, type of structure and geology of the area, the materials, sections, geometries, loads and seismic forces were then identified of internal forces in the structural elements for each load combination, as well as its over-stress index under applied loads, the structural analysis was performed for two soil types defined in the NSR-10 as C and D. The design of each of the structural elements affected the horizontal stresses (beams, columns) and to know how much the variation of a type of soil affects the design of the structural elements for buildings of 3, 5, 7 and 10 floors, which generated a discrepancy up to approximately 20%, finally to try to reduce this difference was optimized the less favorable design, eliminating a column axis and increasing the strength of the concrete, resulting in a variation of up to about 12%, with respect to the modeling of profile C.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



INTRODUCCIÓN

Las normas sísmo resistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. Con el fin de reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos, se han realizado una serie de directrices establecidas en el reglamento colombiano sísmo resistente que dependerán de la amenaza sísmica donde este localizado el proyecto. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Cartagena de Indias, por su parte, se encuentra ubicada dentro de la zona de sismicidad baja, según el reglamento colombiano de construcción (Ver Ilustración 4). Con la incertidumbre de estos eventos, la ciudad no se encuentra exenta a los movimientos telúricos que pongan en riesgo la vida humana; es por ello que todas las construcciones que se realicen en su territorio deben cumplir unos parámetros mínimos de diseño establecidos.

En el año 2013 se llevó a cabo con la Universidad de Cartagena un estudio comparativo entre los perfiles de suelo (Rios Blanco & Rodríguez Valle, 2013), cuyo objetivo principal fue comparar la variación de precio de la norma NSR 98 y NSR 10, teniendo en cuenta la irregularidad en altura.

La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas de diseño prescritas por la NSR 10 y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación.

Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva (A_a) y la velocidad pico efectiva (A_v), Los valores de estos parámetros dependerán de la ubicación geográfica de la ciudad o municipio donde se planea diseñar el edificio. Para la ciudad de Cartagena de Indias los valores de A_a y A_v son 0.1 y 0.1 respectivamente. Además, Se prescriben



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, F_a y F_v , los cuales dependen del tipo de perfil donde estará apoyada la estructura y de los factores A_a y A_v .

Esto indica que el perfil de suelo no solo incide en el diseño de la cimentación, sino también influye en el costo de la superestructura, añadiéndole esfuerzos horizontales que cambian completamente el diseño entre un perfil y el otro.

Este proyecto realizado en la ciudad de Cartagena de Indias, analizó la variación de dos perfiles de suelo de dicha Ciudad, lo cual arrojó como resultado un incremento notorio, que incluso dependiendo de la cantidad de niveles llegó a alcanzar un valor aproximado del 20% más que el perfil más favorable.

Con estas discrepancias entre ambos perfiles se tomó la alternativa del perfil D siendo esta la más costosa, se le elimino un eje de columnas y se le incremento la resistencia del concreto de 4000 a 6000 Psi, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales, se le realizó su respectivo análisis sísmico con el objeto de disminuir las diferencias de precios entre los dos perfiles estudiados, se calcularon los costos finales, los cuales llegaron a alcanzar un 12% mas que el perfil C inicial.

La metodología empleada durante el desarrollo de la presente investigación fue de carácter correlacional, el cual analizó las variables de los perfiles de suelo existentes en Cartagena (perfil C y D), cantidad de niveles con la que cuenta la estructura con sistema estructural de pórticos (3, 5, 7 y 10 niveles); con el costo final de la estructura.

Para las actividades realizadas se usó de software de modelación computacional ETABS2016® CSI y AutoCAD 2016, además para el cálculo de precios se usó el software DCCAD 2010, gracias a la empresa Arnoldo Berrocal Ingeniería S.A.S.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, este trabajo de investigación observó y analizó las dos alternativas de estructura para las dos condiciones de suelo, buscando una alternativa óptima que sea de ayuda para la futuras tomas de decisiones, cumpliendo el principio de diseñar estructuras seguras, funcionales y económicas, generando un aporte a la cultura investigativa del Semillero de Investigación de Estructuras, Construcción y Patrimonio (ESCONPAT), el cual



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



contempla la línea de investigación en optimización de costos del programa de ingeniería civil de la Universidad de Cartagena apoyando la planeación y desarrollo de la infraestructura de la ciudad de Cartagena, permitiendo otra visión del diseño de estructuras y proyectando a la Universidad en su labor social de acuerdo con los avances tecnológicos.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



1. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se describen y detallan los conceptos y estudios intrínsecamente ligados a la elaboración de un proyecto estructural, los cuales serán determinantes para una adecuada interpretación del problema de investigación. Además, se aplicará el proceso del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), normativa que enmarcará el desarrollo del presente proyecto. Este capítulo se subdivide en cuatro grupos: estado del arte, antecedentes, marco teórico y marco legal.

1.1. ANTECEDENTES

La estructura es y ha sido siempre un componente esencial de la Arquitectura y la Ingeniería Civil, y son precisamente el Ingeniero y el Arquitecto quienes, durante el proceso de diseño, deben crear o inventar la estructura y darle proporciones correctas. Para crear y darle proporciones correctas deben seguir el camino intuitivo y el científico, tratando de lograr una combinación armónica entre la intuición personal y la ciencia estructural. Dicho diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera tal que cumpla, en forma óptima, con sus objetivos, los cuales son equilibrar las fuerzas a las que va a estar sometido, y resistir las solicitaciones sin colapso o mal comportamiento (excesivas deformaciones). (ANADISEC, 2016)

Es importante anotar que el perfil de suelo incide en el diseño estructural no solo de la cimentación de esta edificación sino de los elementos estructurales superiores (columnas, vigas y entre pisos). Por lo cual, a continuación, se hace mención de algunos proyectos en orden cronológico, relacionados con la temática principal de la investigación propuesta.

Para el año 2012 en la ciudad de Cuenca, Ecuador se llevó a cabo el proyecto de investigación llamado “Análisis comparativo de costos y eficiencia de edificios en diferentes materiales de acuerdo a las variables: número de pisos y luces entre columnas” por la Universidad de Cuenca, el cual tuvo como objetivo principal realizar una comparación técnica – económica en edificios



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



de acuerdo a las variables: Material, número de pisos y longitud de luces. Para este proyecto tuvieron en cuenta varios sistemas estructurales, por lo cual se enfocara a los resultados obtenidos por Concreto reforzado y se logra apreciar en la Tabla 1. Los precios, metodología y sistema utilizado podrán servir de referencia para la presente investigación.

Tabla 1. Presupuesto para la alternativa en Hormigón Armado.

EDIFICIO	PRESUPUESTO (USD)	TIEMPO CONSTRUCCIÓN (días)	VALOR FUTURO (USD)
EDIFICIO 1 – 5 PISOS	605774.87	222	644242.77
EDIFICIO 1 – 10 PISOS	1293313.47	455	1467045.64
EDIFICIO 1 – 15 PISOS	2079599.31	709	2530844.81
EDIFICIO 2 – 5 PISOS	662734.47	232	706676.71
EDIFICIO 2 – 10 PISOS	1399626.08	468	1593256.76
EDIFICIO 2 – 15 PISOS	2367369.38	759	2920916.34

Fuente: Minga M. et al, 2012.

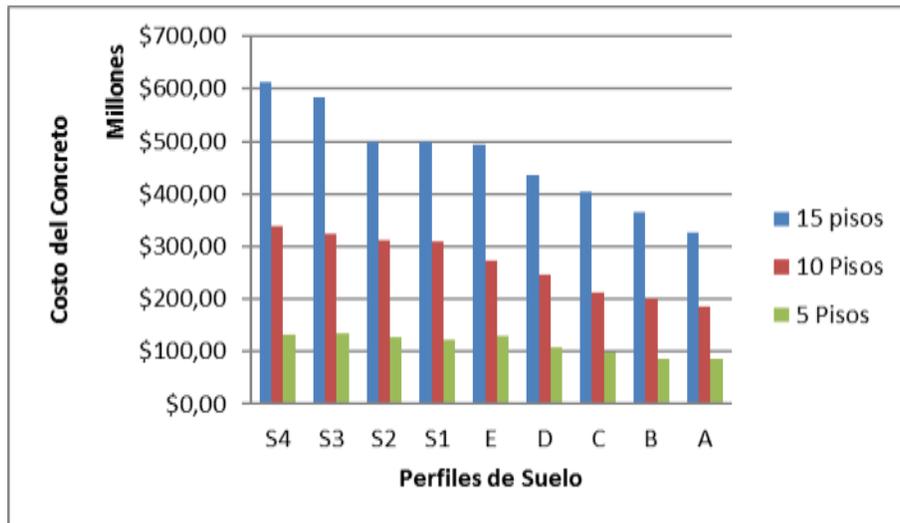
En el año 2013 se realizó: “Análisis comparativo de costos de estructuras irregulares con alturas de 5 a 15 pisos, diseñadas por nsr-98 y nsr-2010”. El cual es un proyecto de grado de ingeniería civil de la Universidad de Cartagena, que tiene como objetivo principal comparar la variación de precio de la norma vigente con la anterior, teniendo en cuenta la variación del perfil de suelo, a lo que concluyeron que: “La NSR-10, disminuye los costos de estructuras con irregularidad retrocesos en las esquinas de 10 y 15 pisos en todos los perfiles de suelo, y en estructuras con irregularidad retrocesos en las esquinas de 5 pisos en los perfiles de suelo A y B.” (Rios Blanco & Rodríguez Valle, 2013)

Es posible comparar los resultados ilustrados (Ilustración 1) con los resultados que se pretenden obtener para la presente investigación e incluso tomarlos como referencia en los perfiles C y D, los cuales son los que se estudiaran.

Ilustración 1. Costo Total del Concreto (millones)



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Fuente: Ríos Blanco María y Rodríguez Valle Ricardo, 2013

Para el año 2014, en la ciudad de Bogotá se realizó el estudio denominado “Variación de la estructura principal y sus costos directos en un edificio convencional de 5 pisos con las alternativas de techo verde regulados por la alcaldía mayor de Bogotá” por el programa de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual tuvo como objetivo principal encontrar las modificaciones de la estructura principal y sus costos directos por la implementación de techos verdes en un edificio propuesto en dicha ciudad. A lo cual concluyeron que, al incrementar el peso sobre la cubierta de la estructura, las secciones originales de las columnas de la edificación dejaban de ser suficientes para cumplir con los requisitos. Para esto, los autores aumentaron la sección de las columnas, lo cual les generó un cambio en la cantidad de concreto y acero de refuerzo. Estos resultados son importantes porque ilustran los precios de la estructura, inclusive aplicando la alternativa de techos verdes, los cuales tienen ventajas como disminución en los costos de energía, entre otros, pero a su vez incrementan los costos y diseño de construcción.

En el año 2015, durante el II Congreso Internacional Ingeniería Sísmica Innovaciones, en la ciudad de Guayaquil, se presentó el informe: “Impacto de la redundancia estructural en el comportamiento sísmico de estructuras de concreto reforzado” El cual tuvo como objetivo principal, evaluar el impacto que tiene el aumentar la redundancia estructural en edificios con base en marcos dúctiles de concreto reforzado (con y sin contravientos) de distintos niveles, al



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



aumentar el número de crujías¹, utilizando análisis no lineales con carga monótonamente creciente (“pushover”), y así poder definir o evaluar numéricamente al factor de redundancia.

Como en este informe no se mostraron resultados en cuanto a precios sino a deformaciones y a nivel de serviciabilidad, es importante para el presente proyecto tener en cuenta la siguiente afirmación a la hora de optimizar los costos en el perfil menos favorable: “En cuanto al efecto de aumentar el número de crujías en las estructuras, se concluye que en estructuras de baja altura es menos significativo el proveerlas de una limitada redundancia estructural, pero toma importancia conforme la altura de los modelos aumenta.” (Tena Colunga, 2015).

1.2. ESTADO DEL ARTE

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) es una norma técnica colombiana encargada de reglamentar las especificaciones técnicas con las que deben contar las construcciones, con el objetivo de tener una buena respuesta estructural a un sismo, obteniendo deformaciones mínimas garantizando la vida de los usuarios. En el año 2015 la revista DOSSIER publicó un artículo llamado “Desarrollo de la normativa sismo resistente colombiana en los 30 años desde su primera expedición” en el cual nos da un recorrido cronológico de los eventos legales que llevaron a la actual norma de construcción en Colombia. Explica que el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes expedido por medio del Decreto-Ley 1400 de 1984 fue un primer intento de normalización de diseño y construcción de estructuras en el medio nacional y estuvo vigente durante 14 años. Después, fue aprobada por el congreso de la Republica la Ley 400 de 1997, al amparo de la cual se expidieron los Reglamentos de Construcción Sismo Resistente NSR-98 (1998), que substituyó al Código de 1984, y la actualización expedida en el año 2010 como Reglamento NSR-10, hoy en día vigente. (García, 2014)

Para llevar a cabo el presente proyecto de grado planteado, es necesario saber mínimo las características generales del suelo y las formaciones presente en la ciudad de Cartagena, por lo

¹ Se les denomina a los pórticos, en la ciudad de Guayaquil.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



cual fue necesario recurrir al informe “Diagnóstico del distrito de Cartagena en materia de ordenamiento territorial” de la Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias en conjunto con La Universidad de Cartagena expedido en el año 2010, el cual indica que el casco urbano de Cartagena afloran rocas del Terciario de origen marino – transicional continental que se extienden en edad desde el Plioceno -Superior - Pleistoceno y que corresponden a las rocas de la Formación Popa. Según el estudio G. Barbosa, 2009, la formación Popa se subdividió en dos unidades: Una unidad calcárea hacia el tope y otra unidad de características detríticas hacia la base de acuerdo con (ANGEL et al., 1985). A su vez cada una de estas unidades se subdividió en tres conjuntos con las siguientes características: En los conjuntos superior e inferior de la unidad calcárea de la Formación Popa predominan las capas y bancos de caliza arrecifal y areniscas calcáreas, mientras hacia la parte intermedia son comunes las arcillas y limolitas calcáreas con bancos de areniscas muy friables. El espesor total alcanza los 120 m. (Instituto de Políticas Públicas Regionales y de Gobierno, 2010)

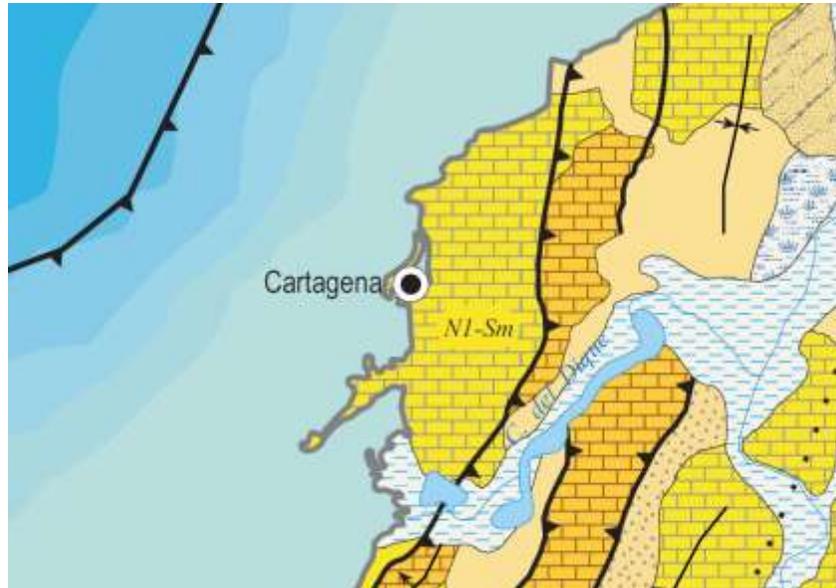
En el año 2006 el Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas) nos ofrece a nivel general el MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA (Ilustración 2), en donde podemos situar a Cartagena, con rocas provenientes del periodo Cenozoico (CZ) más específicamente en el periodo Mioceno.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 2. Mapa Geológico de Colombia



Fuente: Ingeominas, 2006

1.3. MARCO TEÓRICO

El concreto es básicamente una mezcla de agregados y pasta. La pasta está compuesta de Cemento Portland y agua, la cual une los agregados fino y grueso para formar una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. (Sánchez De Guzmán, 2001)

El concreto simple posee muy buenos resultados sometándolo a efectos de compresión, cuando la estructura va a trabajar a tracción y compresión, el concreto por sí solo no podría ser autosuficiente para resistir los esfuerzos a tensión, es por ello que se hace necesaria la inclusión de un área de acero que asuma esa solicitud y resista esos esfuerzos, dicha área se traducirá en el número de varillas y su diámetro, así como su disposición en el área del concreto utilizada. Por esta razón el concreto es empleado con mucho éxito en la construcción de edificaciones desde comienzos del siglo XX. (Antigua, 2013)

Todas las estructuras construidas, se someten a las cargas verticales impuestas por la estructura (muertas) y la funcionalidad de esta (cargas vivas) (Carrillo Cubillas, 2004). Además, el código



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



colombiano de construcción habla de unas cargas dinámicas horizontales generadas por la acción del viento y de unas cargas adicionales impuestas por las perturbaciones del terreno, estas, de acuerdo a la estratificación del suelo pueden ser más destructivas por lo que es necesario tomar medidas para asumir todos estos esfuerzos súbitos adicionales.

1.3.1. Procedimiento de diseño de edificaciones tipo pórtico resistente a momentos de acuerdo con la NSR -10

El diseño de edificaciones tipo pórticos que se realice a través de la NSR-10 debe seguir las siguientes etapas que se muestran a continuación.

1.3.1.1. Estudios geotécnicos

Consiste en la exploración del subsuelo del sitio donde se planea construir la edificación. El perfil del suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista. Esta persona debe elaborar un informe en el cual muestre los resultados obtenidos en el laboratorio y a partir de estas, se den las recomendaciones que debe seguir el ingeniero estructural en el diseño de la cimentación, la definición de los efectos sísmicos locales, los procedimientos constructivos que debe utilizar el constructor, y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor técnico. En el reporte se deben indicar los asentamientos esperados, su variabilidad en el tiempo y las medidas que se deben tomar para no afectar adversamente las construcciones vecinas.

1.3.1.2. Diseño arquitectónico

El proyecto arquitectónico de la edificación debe cumplir la reglamentación urbana vigente, los requisitos especificados en la NSR 10 (Título J y K), debe indicar el tipo de cada uno de los elementos no estructurales. Además, proyecto arquitectónico debe definir el uso que se le va a dar a la estructura.

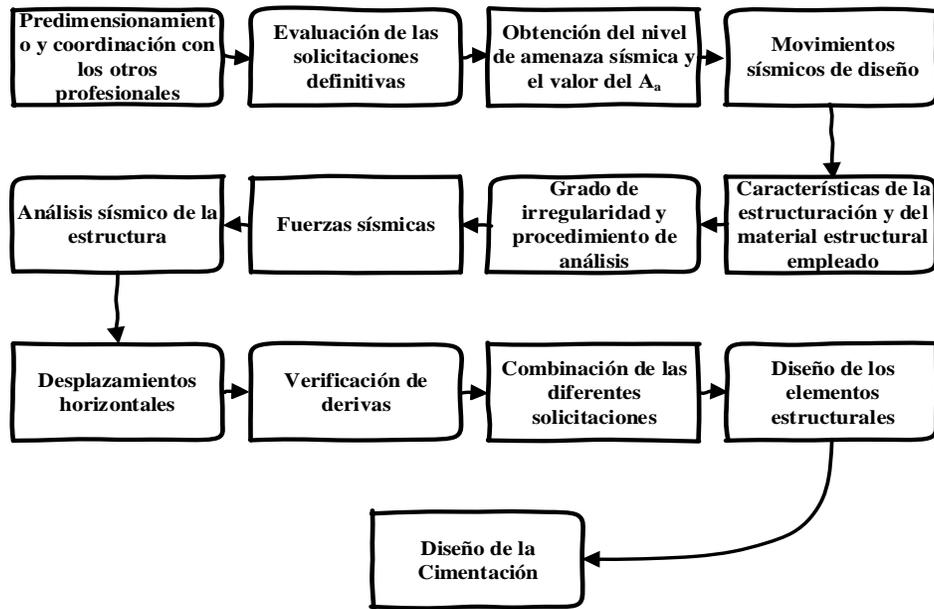
1.3.1.3. Diseño estructural

La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas de diseño prescritas por la NSR 10 y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea



afectado el funcionamiento de la edificación. El procedimiento para la diseñar estructuras sismo resistente se muestra en la Ilustración 3

Ilustración 3. Metodología de diseño



1.3.2. Movimientos sísmicos de diseño

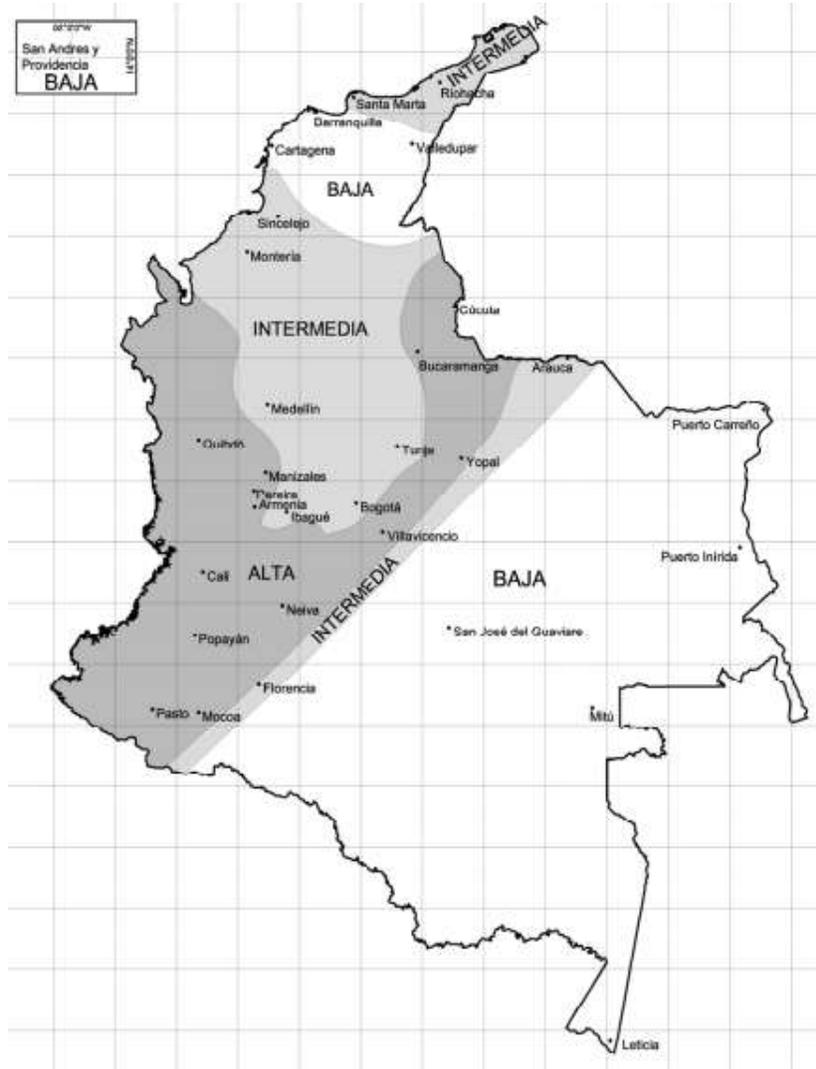
Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva (A_a) y la velocidad pico efectiva (A_v), Los valores de estos parámetros dependerán de la ubicación geográfica de la ciudad o municipio donde se planea diseñar el edificio. La ciudad de Cartagena de Indias se encuentra en zona de amenaza sísmica baja (Ver Ilustración 4), por lo que los valores de A_a y A_v son 0.1 y 0.1 respectivamente (Ver Tabla 2).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 4. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aportricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 2. Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento.

Ciudad	A_a	A_v	Zona Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.1	0.1	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.2	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.1	0.1	Baja
Cúcuta	0.35	0.3	Alta
Florencia	0.2	0.15	Intermedia
Ibagué	0.2	0.2	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.2	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.3	0.25	Alta
Montería	0.1	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.2	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.1	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.1	0.1	Baja
Santa Marta	0.15	0.1	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.1	0.15	Intermedia
Tunja	0.2	0.2	Intermedia
Valledupar	0.1	0.1	Baja
Villavicencio	0.35	0.3	Alta
Yopal	0.3	0.2	Alta

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.

1.3.3. Perfil de suelo

El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados. Se definen seis perfiles de suelo en el reglamento (Ver Tabla 3), los parámetros que se utilizan para definir el tipo de perfil de suelo con base en los 30 m superiores del mismo y considerando ensayos realizados en muestras tomadas al menos 1.5 m de espesor del suelo son:

\bar{v}_s : Velocidad media de onda cortante.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperturada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



\bar{N} : Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo.

\bar{N}_{ch} : Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en perfiles que contengan suelos no cohesivos.

\bar{s}_u : Resistencia media al corte.

IP: Índice de plasticidad.

ω : Contenido de agua (%).

Tabla 3. Clasificación de los tipos de suelo.

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca Competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50,0$ $\bar{S}_U \geq 100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos, que cumplen con cualquiera de los dos criterios	$50 > \bar{N} \geq 15,0$ $100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_U$ $\geq 50 \text{ KPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil, que cumpla con el criterio de velocidad de la onda cortante, o	$180 \text{ m/s} > V_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas.	IP > 20 $W \geq 40\%$ $50 \text{ KPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_U$



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



F	<p>Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. se contemplan las siguientes subclases:</p> <p>F1: Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F2: Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas)</p> <p>F3: Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5m con índice de plasticidad IP > 75)</p> <p>F4: Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)</p>
----------	---

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.

1.3.4. Coeficiente de sitio

Se prescriben dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, F_a y F_v , los cuales dependen del tipo de perfil donde estará apoyada la estructura y de los factores A_a y A_v . Para el caso del perfil F, como es un suelo muy susceptible a fallas este requiere de la realización de una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda. Para los demás perfiles los valores de F_a y F_v se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5

Tabla 4. Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, editado por autores.

Tabla 5. Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, editado por autores.

1.3.5. Grupos de uso y coeficiente de importancia

Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de unos grupos de uso, los cuales clasifican a la estructura en función del servicio que cumplirá. La NSR – 10 define los siguientes cuatro grupos de uso:

- ❖ **Grupo IV:** También clasificadas como edificaciones indispensables, son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:
 - Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



- Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión.
 - Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia.
 - Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos
 - Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público.
 - En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.
- ❖ **Grupo III:** Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:
- Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
 - Garajes de vehículos de emergencia.
 - Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias.
 - Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.
 - Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional.
 - Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



- ❖ **Grupo II:** Llamadas también estructuras de ocupación especial, cubre las siguientes estructuras:
 - Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón.
 - Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez.
 - Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso.
 - Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en el grupo III.
 - Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas.
 - Edificios gubernamentales.
- ❖ **Grupo I:** Son las estructuras de ocupación normal, todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Luego de clasificar la edificación a diseñar en los grupos de uso, se determina el coeficiente de importancia I que modifica el espectro y se modifica de acuerdo al grupo de uso asignado previamente. Los valores de I se dan en Tabla 6.

Tabla 6. Valores de coeficiente de importancia, I.

Grupo de uso	Coeficiente de Importancia
IV	1.5
III	1.25
II	1.1
I	1.0

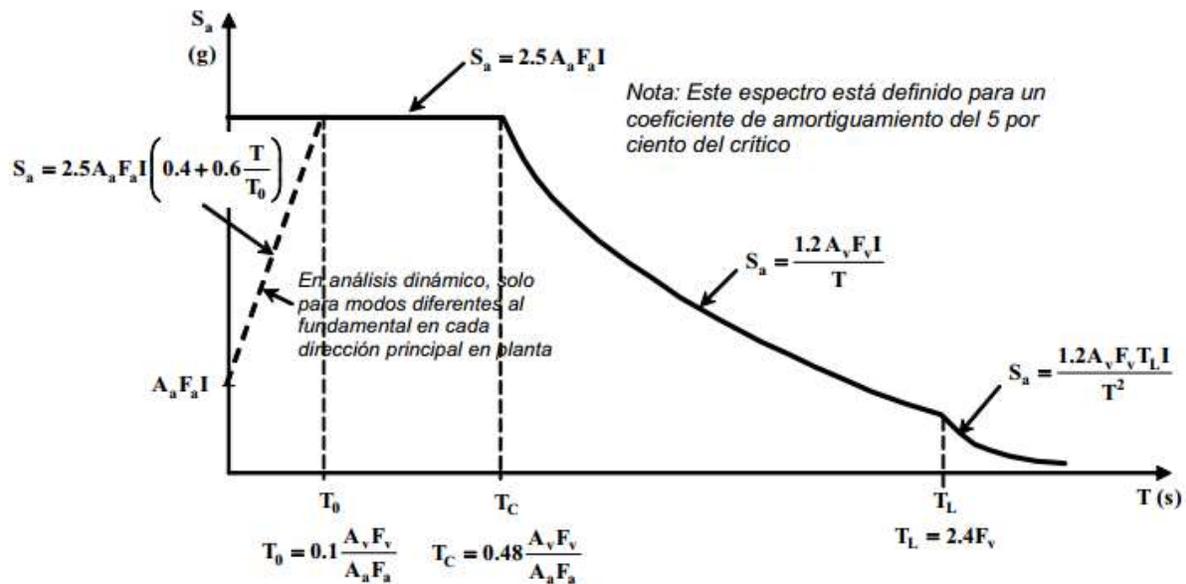
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.



1.3.6. Espectro de diseño

El espectro elástico de aceleraciones de diseño definido por la NSR – 10 se muestra en la Ilustración 5, donde la aceleración de diseño dependerá del coeficiente de importancia I y de los periodos de vibraciones T_0 , T_c , T_1 y estas dependerán de los factores A_a , A_v , F_a y F_v

Ilustración 5. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

1.3.7. Diseño sismo resistente

La estructura de un edificio, o de cualquier otra obra civil, sometida a la acción de un sismo sufre deformaciones. Los movimientos generados por la acción de un sismo son complejos puesto que dependen del tamaño, las cargas o pesos en cada piso, características del terreno de fundación, geometría del edificio, materiales estructurales y no estructurales usados, etc. (Morales, 2002).

La NSR – 10 establece los siguientes pasos para diseñar una estructura sismo resistente.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



1.3.7.1. Sistemas estructurales.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente reconoce cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica: el sistema de muros de carga, el sistema combinado, el sistema de pórtico y el sistema dual (Ilustración 6).

Ilustración 6. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SISMICA		
SISTEMA		
	CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
MUROS DE CARGA		
COMBINADO		
PÓRTICO		
DUAL		

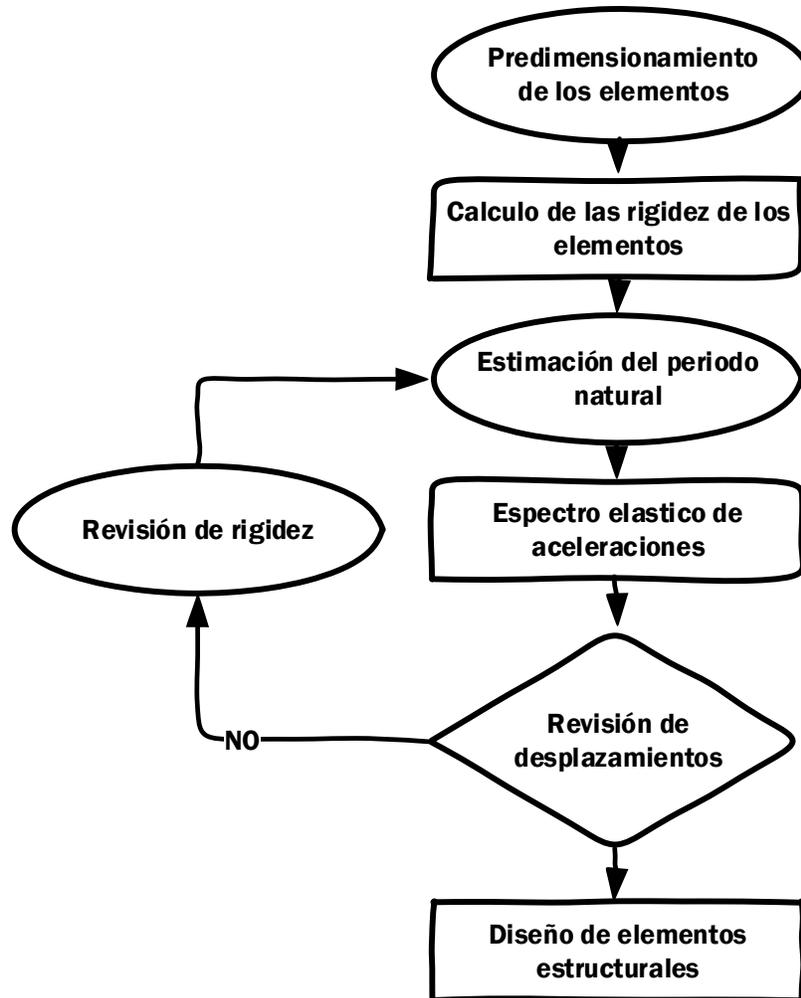
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

1.3.7.2. Método de la fuerza horizontal equivalente

Después de haber determinado el tipo de sistema estructural a utilizar se procede a utilizar el método de análisis de fuerzas horizontales equivalentes. Este es el método de análisis sísmico en el cual los efectos de los movimientos sísmicos de diseño se expresan por medio de unas fuerzas horizontales estáticas equivalentes. El procedimiento para realizar el método de la fuerza horizontal equivalente se muestra en la Ilustración 7



Ilustración 7. Procedimiento del método de la fuerza horizontal equivalente.



Fuente: Gómez Fernando, 2013, adaptado por autores

1.3.7.2.1. Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes

El cortante sísmico en la base, V_s , equivalente a la totalidad de los efectos inerciales horizontales producidos por los movimientos sísmicos de diseño, en la dirección en estudio, se obtiene por medio de la Ecuación 1.

$$V_s = S_a * g * M \quad (1)$$



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



El valor de S_a en la ecuación anterior corresponde al valor de la aceleración, como fracción de la de la gravedad (Ver Ilustración 5).

La fuerza sísmica horizontal, F_x , en cualquier nivel x , para la dirección en estudio, debe determinarse usando la siguiente ecuación:

$$F_x = C_{VX} * V_S \quad (2)$$

Dónde:

$$C_{VX} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i * h_i^k)} \quad (3)$$

Donde k es un exponente relacionado con el período fundamental, T , de la edificación de la siguiente manera:

- Para T menor o igual a 0.5 segundos, $k = 1.0$,
- Para T entre 0.5 y 2.5 segundos, $k = 0.75 + 0.5 T$, y
- Para T mayor que 2.5 segundos, $k = 2.0$.

1.3.7.2.2. Período Fundamental de la estructura

El valor del período fundamental de la edificación, T , debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural, utilizando un modelo matemático linealmente elástico de la estructura. El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente propone la ecuación 4 para suplir este requisito.

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i * \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n f_i * \delta_i^2}} \quad (4)$$

Los valores de f_i representan unas fuerzas horizontales distribuidas aproximadamente de acuerdo con la ecuación (2). Las deflexiones horizontales, δ_i , deben calcularse utilizando las fuerzas horizontales f_i .



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Así mismo la NSR – 10 propone que el periodo fundamental de la estructura puede ser igual al periodo fundamental aproximado T_a , que se puede obtener por medio de la ecuación (5).

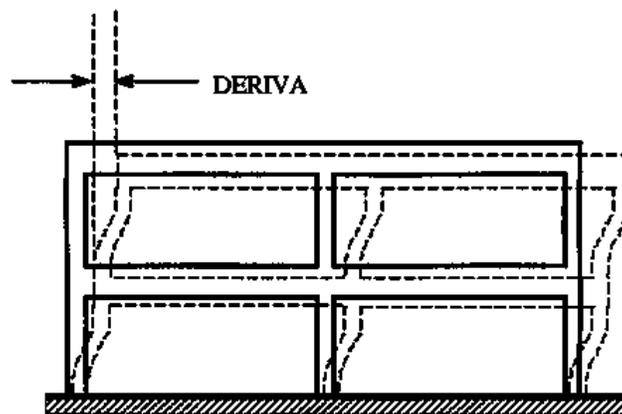
$$T_a = C_t * h^\alpha \quad (5)$$

Los valores de C_t y α para pórticos resistentes a momento de concreto reforzado son 0.047 y 0.9 respectivamente.

1.3.7.2.3. Requisitos de la deriva

Se define deriva como el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación (Ilustración 8).

Ilustración 8. Deriva en edificación.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 1999

La deriva esta asociada con los siguientes efectos durante un temblor:

- Deformación inelástica de los elementos estructurales y no estructurales.
- Estabilidad global de la estructura.
- Daño a los elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica y a los elementos no estructurales, tales como muros divisorios, particiones, enchapes, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.
- Alarma y pánico entre las personas que ocupen la edificación.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Por estas razones es de obligación cumplir con los límites requeridos de deriva para así cumplir con el objetivo principal de la NSR – 10. La deriva máxima se puede calcular por medio de la ecuación (6).

$$\Delta_{max}^i = \sqrt{\sum_{j=i}^2 (\delta_{tot,j}^i - \delta_{tot,j}^{i-1})^2} \quad (6)$$

La deriva máxima para estructuras de concreto para cualquier piso es determinada por la ecuación (6), esta deriva no debe exceder lo siguiente:

$$\Delta_{max} \leq 1\% h_{piso}$$

1.3.7.3. Fuerzas sísmicas reducidas de diseño

Las fuerzas sísmicas obtenidas en el análisis de fuerza sísmica horizontal equivalente, se reducen, dividiéndolas por el coeficiente de capacidad de disipación de energía R, que corresponde al coeficiente de disipación de energía R₀, multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura, en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

$$R = R_0 * \phi_a * \phi_p * \phi_r$$

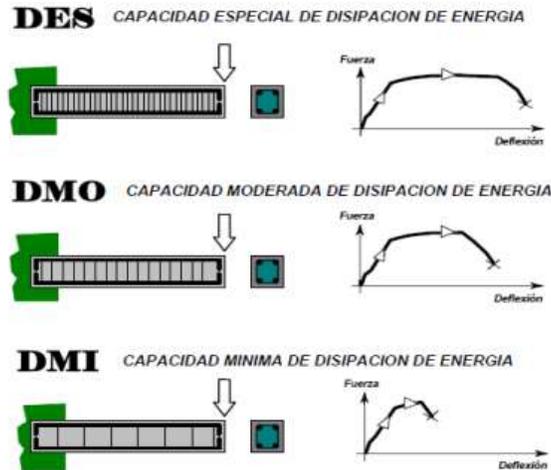
El coeficiente de disipación de energía R₀ dependerá de capacidad de disipación de energía que el diseñador escoja, esta puede ser, especial, moderada e intermedia (Ilustración 9).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 9. Capacidad de disipación de energía.



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

Dependiendo del tipo de material estructural, de las características del sistema de resistencia sísmica y de la zona donde se vaya a construir la edificación se establece los grados de capacidad de disipación de energía mínimos (Tabla 7).

Tabla 7. Disipación de energía en las distintas zonas de amenaza sísmica.

Capacidad de disipación de energía	Zona de amenaza sísmica		
	Baja	Intermedia	Alta
DMI	Si	No	No
DMO	Si	Si	No
DES	Si	Si	Si

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.

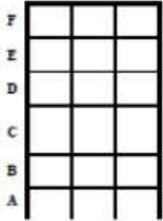
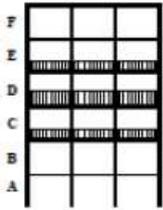
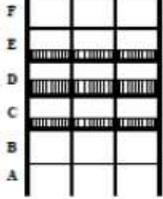
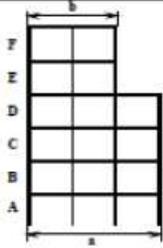
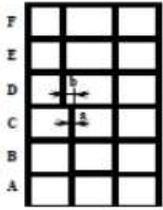
La irregularidad en altura Φ_a se puede determinar por medio de las consideraciones que nos da la NSR – 10 que se muestran en la Ilustración 10.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 10. Casos irregularidades de altura.

<p style="text-align: center;">Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ $0.60 \text{ Rigidez } K_D \leq \text{Rigidez } K_C < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$ o $0.70 (K_D + K_E + K_G) / 3 \leq \text{Rigidez } K_C < 0.80 (K_D + K_E + K_G) / 3$</p>	
<p style="text-align: center;">Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ $\text{Rigidez } K_C < 0.60 \text{ Rigidez } K_D$ o $\text{Rigidez } K_C < 0.70 (K_D + K_E + K_G) / 3$</p>	
<p style="text-align: center;">Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ o $m_D > 1.50 m_C$</p>	
<p style="text-align: center;">Tipo 3A — Geométrica — $\phi_a = 0.9$ $a > 1.30 b$</p>	
<p style="text-align: center;">Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\phi_a = 0.8$ $b > a$</p>	

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

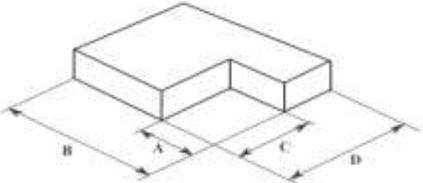
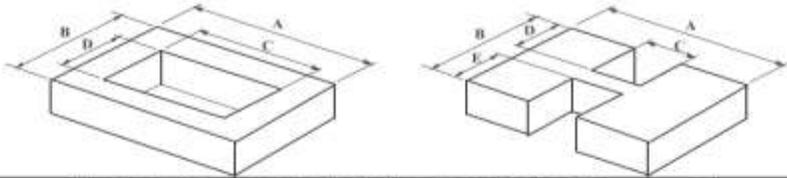
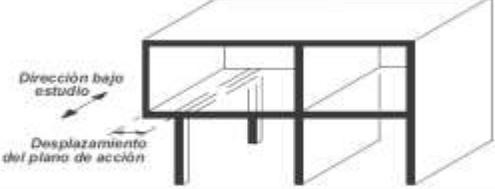
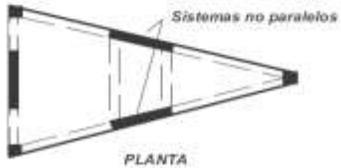
Por otro lado, la irregularidad en altura Φ_p se puede determinar por medio de las consideraciones que nos da la NSR – 10 que se muestran en la Ilustración 11.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 11. Casos irregularidades en planta.

<p>Tipo 1aP — Irregularidad torsional $\phi_p = 0.9$ $1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$</p>	<p>Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema $\phi_p = 0.8$ $\Delta_1 > 1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$</p>
	
<p>Tipo 2P — Retrocesos en las esquinas — $\phi_p = 0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p>	
	
<p>Tipo 3P — Irregularidad del diafragma — $\phi_p = 0.9$ 1) $C \times D > 0.5 A \times B$ 2) $(C \times D + C \times E) > 0.5 A \times B$</p>	
	
<p>Tipo 4P — Desplazamiento de los planos de Acción — $\phi_p = 0.8$</p>	
	
<p>Tipo 5P — Sistemas no paralelos — $\phi_p = 0.9$</p>	
	

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.



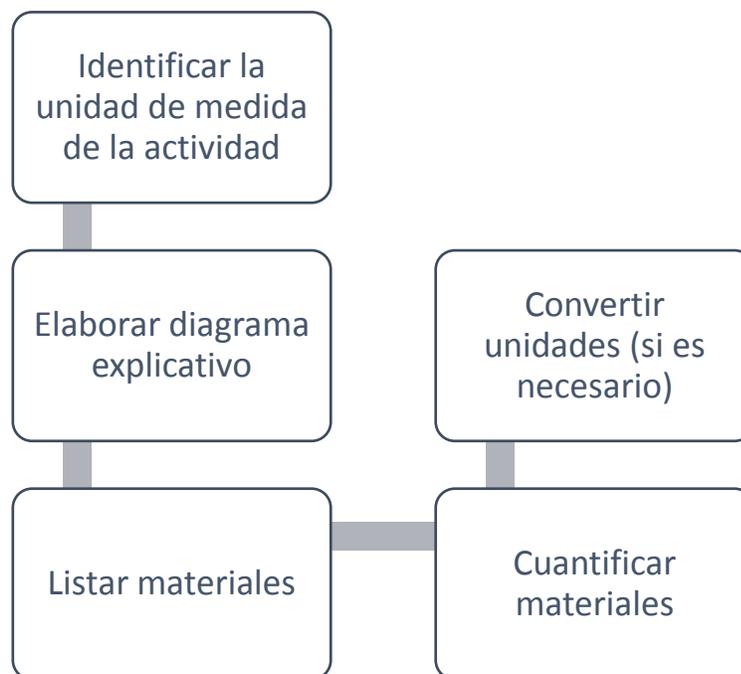
Ahora Φ_r que es el factor de reducción por ausencia de redundancia, varía dependiendo el sistema estructural de disipación de energía utilizado, si fue un DMI, DMO o DES.

1.3.8. Cantidades de obra

El proceso del cálculo de cantidades de obra para cada actividad constructiva, este proceso requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, que adicionalmente, ofrezca la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario. Para este proceso son indispensables los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas que componen el proyecto de edificación. (Durán, 2011).

Es importante identificar todas las actividades constructivas y por tanto los elementos y materiales que la componen, para así proceder a calcular la cantidad de obra, expresada por la cantidad de materiales necesarios para su construcción. La metodología para el cálculo de cantidades de obra se muestra en Ilustración 12

Ilustración 12. Metodología para el cálculo de cantidades de obra.





Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Fuente: Carolina Uribe, 2016, editado por autores

El análisis se inicia con el estudio del alcance de la partida o tarea objeto del estimado, para ello deben estudiarse la información técnica disponible: planos especificaciones, normas que describen la partida. De este estudio deben determinarse los materiales necesarios y el método constructivo más idóneo. El método constructivo determinará la combinación de equipo y mano de obra necesaria para la ejecución de la partida, esta combinación definirá a su vez el rendimiento; es decir, la cantidad de unidades producidas por unidad de tiempo, que es generalmente un día.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar costos de la estructura de una edificación tipo residencial, con sistema de pórticos resistente a momentos con un grado moderado de disipación de energía (DMO) para los dos perfiles de suelo predominantes de Cartagena (C y D) según parámetros de la NSR-10 para determinar en qué sector de la ciudad es más rentable la ejecución de un proyecto.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar ocho alternativas de diseño para un mismo proyecto arquitectónico, que tengan las mismas dimensiones de área, diferentes alturas (3, 5, 7 y 10 pisos) y que tengan igual funcionalidad (grado de importancia: I)
- Modelar cada uno de los edificios por medio del software de aplicación estructural ETABS 2016.
- Analizar las variaciones de los periodos, cortantes basales, derivas y fuerzas de diseño para ambos perfiles (C y D).
- Verificar que las alternativas cumplan con el objetivo principal del Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes.
- Calcular las cantidades de obra para deducir el costo final de la estructura de cada una de las alternativas de diseño.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



3. ALCANCE

La presente investigación tendrá como zona de estudio la ciudad de Cartagena de Indias que cuenta con un área de 572 km². Este estudio se hará en dos sectores que tienen las condiciones de perfil de suelo útiles (C y D).

Este estudio se desarrolló durante el primer periodo académico del 2017, en donde se comenzó a realizar las actividades adecuadas tales como, desarrollo de la planta arquitectónica, inspección general y técnica de las zonas de estudio, selección de alternativas de diseño, cálculo de las estructuras y evaluación de costos de las alternativas de diseño.

Se realizó un recorrido por las dos zonas de estudio y se recopilaron los estudios de suelo de los sectores escogidos.

Se procedió con el diseño de las alternativas para edificios de 3, 5, 7 y 10 niveles, con esto, obtuvo una relación de los costos contra el número de niveles y el tipo de perfil de suelo, procurando optimizar los costos de cada alternativa para poder comparar los costos totales que incluyó el costo de la estructura, es decir, cantidades de obra.

La metodología que se practicada y los resultados que se obtuvieron gracias a esta investigación podrán ser punto de referencia para futuras investigaciones con los otros perfiles no seleccionados, es decir, se puede ampliar para estudios de edificaciones en distintas ciudades con perfiles diferentes del territorio colombiano.

Cabe aclarar que estas alternativas de solución correspondieron a un mismo plano arquitectónico.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



4. METODOLOGÍA

La metodología empleada durante el desarrollo de la presente investigación fue de carácter correlacional, el cual analizó las variables de los perfiles de suelo existentes en Cartagena (perfil C y D), cantidad de niveles con la que cuenta la estructura con sistema estructural de pórticos resistentes a momentos (3, 5, 7 y 10 niveles); con el costo final de la estructura.

El proyecto realizado consistió de dos fases en su ejecución:

- Fase 1. Se analizó el costo final de la estructura, teniendo en cuenta la misma planta de diseño con la misma distribución de columnas.
- Fase 2. A partir de los resultados obtenidos en la fase 1, se optimizó el diseño de la estructura en el perfil menos favorable, realizando modificaciones en la distribución de columnas para aumentar el factor de reducción de carga.

Los criterios de optimización que se compararon en los diseños de perfil C y D fueron cantidades de acero y de concreto.

La realización de esta investigación se llevó a cabo en un tiempo aproximado de (10) meses, en la ciudad de Cartagena de Indias, localización que se asumió para efectos de diseño de las 12 edificaciones que fueron objeto de estudio, las cuales fueron más exactamente ubicadas en el Barrio España y Barrio La Providencia, cuyos lugares se presentan los dos tipos de suelo estudiados. De lo anterior se deduce que el diseño metodológico empleado es de tipo Teórico-Experimental.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Se llevó a cabo la modelación y análisis de una misma planta para 3, 5, 7 y 10 pisos de geometría regular, diseñada para los tipos de suelo C y D, localizada en la ciudad de Cartagena en el Departamento de Bolívar, en la indicada estructura corresponde a una infraestructura residencial, compuesta por áreas de diferentes dimensiones para viviendas familiares.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



El sistema estructural de resistencia sísmica adoptado corresponde a un sistema de pórticos resistentes a cargas verticales, fuerzas horizontales y momentos, tal cual como se define en el literal A.3.2.1.3 de la NSR-2010, compuesto por vigas y columnas en concreto reforzado, adicionalmente losas de entrepiso macizas en concreto.

4.1.1. Planta estructural

Ilustración 14. Planta aplicada para los modelos.



Fuente: Autores

4.1.2. Materiales

Los materiales tenidos en cuenta para la modelación y análisis de la estructura relacionada fueron los siguientes:



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



4.1.2.1. Concreto

El concreto empleado para la construcción de los elementos estructurales y no estructurales, a continuación se describe sus especificaciones.

Tabla 8. Características físicas y mecánicas del concreto utilizado

Material	Concreto Simple	Concreto Reforzado
Resistencia a la compresión (MPa)	28	28
*Densidad (Kg/m ³)	2.300	2.400
**Módulo de elasticidad (MPa)	20.636	-

* Tabla B.3.2-1 – NSR 2010.

**Comentario CR8.5 NSR 2010.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

4.1.2.2. Acero

El acero empleado para la construcción de los elementos estructurales y no estructurales, a continuación, se describe sus especificaciones.

Tabla 9. Características físicas y mecánicas del acero utilizado.

Material	Acero de Refuerzo
Resistencia a la fluencia (MPa)	420
*Densidad (Kg/m ³)	7.800
**Módulo de elasticidad (MPa)	200.000

*Tabla B.3.2-1 – NSR 2010.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



****Literal C.8.5.2 NSR 2010.**

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

4.2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Para la realización del análisis de la estructura se hizo necesario ubicar el edificio en dos sectores que cumplieran con los requisitos de perfil C y D, para ello se destinó en la ciudad de Cartagena dos lotes ubicados en el barrio España sobre la Carrera 44 D y en el barrio La Providencia sobre la carrera 80.

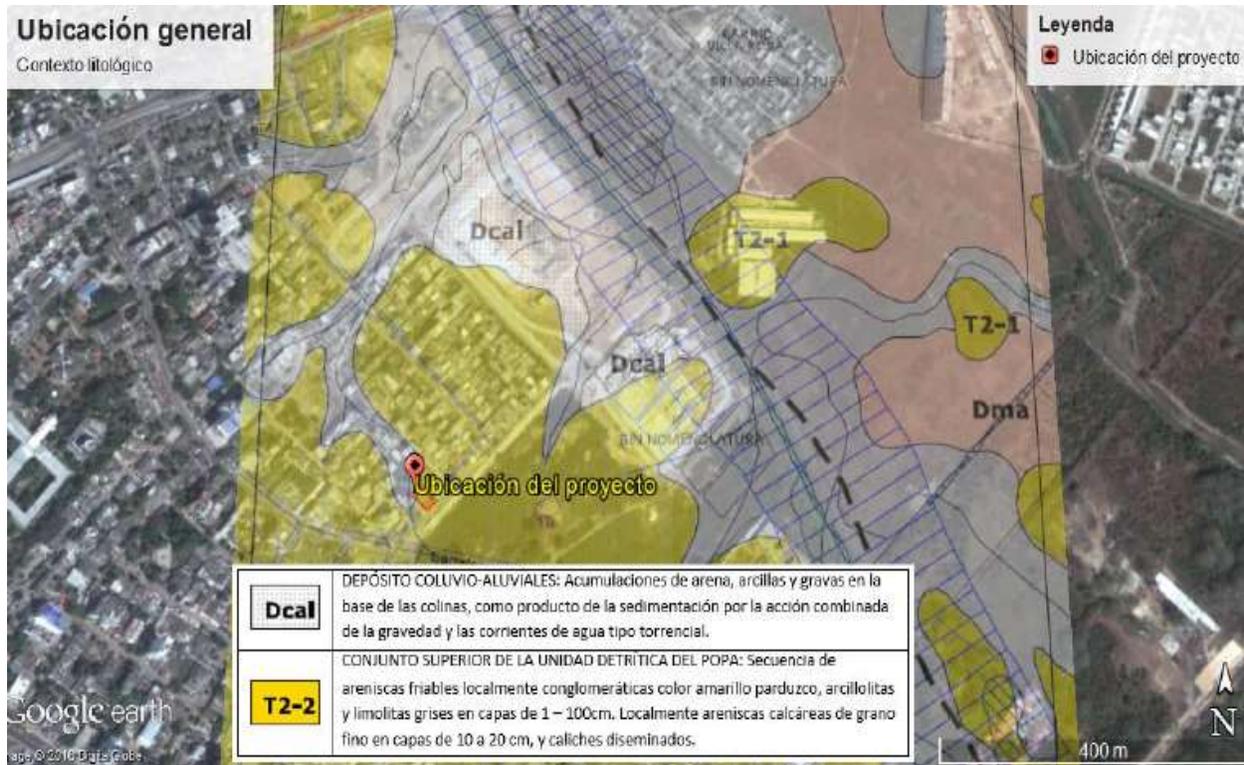
El subsuelo del área de estudio en La Providencia tiene una influencia de las unidades litológicas correspondientes a depósitos coluvio-aluviales y en mayor medida al conjunto superior de la unidad detrítica de la formación Popa. Los depósitos coluvio-aluviales son acumulaciones de sedimento tipo arena y grava y localmente limos, producto de la acción combinada de procesos coluviales y de escorrentía superficial. Por su parte el conjunto superior de la unidad detrítica de la Popa es predominantemente constituido por conformaciones areno-arcillosa con intercalaciones delgadas (5-20 cm) de arcilla limosa de colores grises parduscos, con local abundancia de grava dispersa en el conjunto. (Barboza Miranda, 2016) Ver Ilustración 15.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 15. Contexto litológico del sector de estudio.



Fuente: Guilliam Barboza Miranda, 2016

Para la ejecución del estudio realizado por Barboza Miranda en 2016 fue necesario la realización de 4 sondeos a profundidades de 15 y 20 metros de los cuales se recuperaron muestras de las perforaciones realizadas por medio de Ensayos de penetración estandar (SPT). De la zona de estudio se obtuvieron los siguientes parámetros geotécnicos (Ver Tabla 10):

Tabla 10. Resumen de resultados de Ensayos de Laboratorio.

REGISTRO DE PERFORACIONES

Perforación	Muestra	Profundidad	Wn (%)	Gs	Módulo de Elasticidad (T/m3)	Cu (T/m2)	No de golpes /pie	S.U. C.S	Descripción del suelo	yt (ton/m3)	yd (ton/m3)



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Sondeo 1	2	0,5 0	1,5 0	17, 20	-	2700	3,96	9	CL	Arcilla limoarenosa parda oscura	-	-
	4	2,5 0	3,0 0	29, 30	2,7 5	3600	5,28	12	CH	Arcilla parda amarillenta con vetas grises, óxido y caliza	2	1,55
	7	8,0 0	10, 00	26, 10	2,7 4	7200	10,56	24	CL	Arcilla limosa parda amarillenta con vetas grises	2,1	1,67
Sondeo 2	7	8,0 0	8,5 0	28, 30	-	2700	3,96	9	CL	Arcilla limoarenosa parda amarillenta	-	-
	8	9,0 0	9,5 0	19, 00	-	1378,8	-	18	SC	Arena arcillosa parda oscura con vetas grises y calizas	1,84	1,55
Sondeo 3	2	2,5 0	3,00	30,3 0	-	3600	5,28	12	CL	Arcilla limosa parda oscura con vetas grises y calizas	2,1	1,61
	6	9,0 0	9,50	23,6 0	2,7 3	3217,2	-	42	SC	Arena arcillosa parda clara con vetas grises y óxido	2,04	1,65
	9	14, 50	15,0 0	24,5 0	-	14400	21,12	48	CL	Arcilla limoarenosa parda amarillenta con vetas grises y óxido	-	-
Sondeo 4	2	1,5 0	2,00	27,9 0	-	6600	9,68	22	SC	Arena limoarcillosa parda oscura con gravas	-	-
	4	3,5	4,00	28,3	-	4500	6,60	15	CL	Arcilla limosa	-	-



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



		0		0						amarillenta con vetas grises, óxido y calizas		
9	16,50	17,00	29,60	-	12600	18,48	42	CL	Arcilla limoarenosa parda amarillenta con vetas grises	-	-	

Fuente: Barboza Miranda, 2016, adaptado por autores.

Cabe resaltar que en los sondeos no se detectó la presencia de nivel freático. En profundidades entre 1 y 8 metros se consiguió un resultado del ensayo de penetración estándar (Nstp) de 12 y 16 golpes/pies; en los rangos de 8 metros hasta la máxima profundidad de exploración se obtuvo un resultado del ensayo de penetración estándar (Nstp) en los rangos de 24 a 48 golpes/pies.

Por otro lado el subsuelo del área de estudio para el barrio España, el subsuelo del área de estudio está compuesto por el conjunto inferior de la unidad detrítica de la Popa T2-3 que es a su vez predominantemente constituido por bancos de arcillolitas y limolitas grises y oscuras, en capaz de 5 a 10 cm con areniscas arcillosas de grano fino y color pardo oscuro en capas de 40 a 50 cm (Barboza, 2015).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 16. Contexto geológico del sector de estudio.



Fuente: Guilliam Barboza Miranda, 2015.

Para la ejecución del estudio realizado por Barboza Miranda en 2015 fue necesario la realización de 6 sondeos a profundidades de 14, 17 y 19 metros de los cuales se recuperaron muestras de las perforaciones realizadas por medio de Ensayos de penetración estandar (SPT). De la zona de estudio se obtuvieron los siguientes parámetros geotécnicos (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

REGISTRO DE PERFORACIONES

Perforación	Muestra	Profundidad		Wn (%)	Gs	Módulo de Elasticidad (T/m3)	Cu (T/m2)	No de golpes /pie	S.U. C.S	Descripción del suelo	yt (ton/m3)	yd (ton/m3)
Sondeo 1	2	2,00	2,50	26,70	2,71	4500	6,60	15	CL	Arcilla limoarenosa	-	-



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporcada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



										parda clara con vetas grises, óxido y calizas.		
	7	8,50	9,00	31,90	-	5400	7,92	18	CH	Arcilla limosa parda oscura con vetas grises y óxido.	2,01	1,52
	11	15,50	16,00	30,90	-	11000	16,28	37	CH	Arcilla parda amarillenta con vetas de óxido.	-	-
Sondeo 2	1	4,00	4,50	30,20	-	3900	5,72	13	CH	Arcilla parda clara con vetas grises y óxido.	1,99	1,53
	3	6,00	6,50	24,50	2,73	4800	7,04	16	CL	Arcilla limosa parda clara con vetas grises y óxido.	2,12	1,7
	6	10,00	10,50	26,50	-	6600	9,68	22	CL	Arcilla limoarenosa parda clara con vetas grises.	-	-
Sondeo 3	1	1,50	2,00	24,30	-	4500	6,60	15	CL	Arcilla limoarenosa parda gris con vetas de óxido y vetas de calizas.	2,19	1,76
	4	3,50	4,00	32,10	2,76	4500	6,60	15	CH	Arcilla parda amarillenta con vetas grises y óxido.	-	-
	8	7,50	8,00	29,80	-	9000	13,20	30	CL	Arcilla limosa parda gris con vetas grises y óxido rojo.	2,16	1,66



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperturada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



	12	14,50	15,00	30,00	-	11000	16,28	37	CH	Arcilla parda gris con vetas de óxido	-	-
Sondeo 4	2	1,50	2,00	25,30	-	5700	8,36	19	CH	Arcilla parda clara con vetas grises, óxido y vetas calizas.	2,02	1,61
	4	3,50	4,00	31,60	-	7500	11,00	25	CH	Arcilla parda clara con vetas grises y óxido.	1,98	1,5
	10	10,50	11,00	33,90	-	8400	12,32	28	CH	Arcilla parda gris con vetas de óxido.	1,97	1,47
	12	16,00	16,50	34,10	-	12600	18,48	42	CH	Arcilla parda gris con vetas de óxido.	-	-
Sondeo 5	1	1,00	1,50	30,10	2,76	2700	3,96	9	CH	Arcilla parda amarillenta con vetas grises, óxido y gravillas.	1,92	1,48
	4	3,50	4,00	32,30	-	5400	7,92	18	CH	Arcilla parda clara con vetas grises y óxidos.	1,99	1,5
	7	10,50	11,00	30,30	2,72	5400	7,92	18	CL	Arcilla limoarenosa parda amarillenta con vetas grises y óxido.	2,17	1,67
	12	16,00	16,50	31,00	-	12900	18,92	43	CH	Arcilla limoarenosa parda grisácea	-	-
Sondeo 6	1	1,00	1,50	31,10	-	1800	2,64	6	CH	Arcilla parda amarillenta con	-	-



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperturada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



										vetas grises y óxido.		
7	6,50	7,00	31,20	-	6600	9,68	22	CL	Arcilla limoarenosa parda amarillenta con vetas grises y óxido.	-	-	
10	11,50	12,00	32,00	-	10500	15,40	35	CL	Arcilla limoarenosa parda clara con vetas grises	2	1,51	

Fuente: Barboza Miranda, 2015, Editado por Autores.

Cabe resaltar que en los sondeos no se detectó la presencia de nivel freático. En profundidades entre 1 y 10 metros se consiguió un resultado del ensayo de penetración estándar (N_{stp}) de 6 a 19 golpes/pies; en los rangos de 10 metros hasta la máxima profundidad de exploración se obtuvo un resultado del ensayo de penetración estándar (N_{stp}) en los rangos de 50 a 60 golpes/pies.

Con los valores de los resultados del ensayo de penetración estándar (N_{spt}) se calculó el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar (\bar{N}) por medio de la ecuación:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Luego de obtenidos los \bar{N} para ambos perfiles se relacionaron los valores obtenidos con la tabla A.2.4-2-NSR 10

Tabla 12. Valores de \bar{N} para ambos perfiles de suelo

Localización	La providencia		Barrio España	
Espesor (m)	7	12	10	40



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Nspt (golpes/pies)	16	48	30	60
N	28		50	

Fuente: Autores.

Tabla 13. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo C, D o E.

Tipo de perfil	\bar{v}_s	\bar{N} o \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 kPa
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 kPa
E	Menor que 180 m/s	Menor que 15	Menor que 50 kPa

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.

4.3. PREDIMENSIONAMIENTO

Durante el procedimiento de análisis mediante la herramienta computacional ETABS 2016 ® desarrollado por CSI American-Computers and Structures, se establecieron las dimensiones a trabajar con base a las dimensiones mínimas requeridas por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010. Estos datos iniciales fueron posteriormente evaluados para cumplir los requisitos de deriva establecidos en el NSR-10. Las secciones de los elementos estructurales se muestran en la Tabla 14:



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 14. Dimensiones de los elementos estructurales.

3 Niveles		
Elementos	Perfil C	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50	Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 30x30	Tipo I: 25x25
	Tipo 2: 35x35	Tipo II: 25x35
		Tipo III: 35x25
Losa maciza	12 cm	12 cm

5 Niveles		
Elementos	Perfil C	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50	Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 30x30	Tipo I: 30x30
		Tipo II: 30x35
		Tipo III: 35x30
		Tipo III: 40x30
		Tipo III: 45x30
Losa maciza	12 cm	12 cm

7 Niveles		
Elementos	Perfil C	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50	Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 40x40	Tipo I: 40x40
Losa maciza	12 cm	12 cm

10 Niveles		
Elementos	Perfil C	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50	Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 50x50	Tipo I: 50x50
Losa maciza	12 cm	12 cm

Fuente: Autores.

4.4. CARGAS PARA LAS EDIFICACIONES

Se definieron las cargas tenidas en cuenta para el análisis de las estructuras, definiendo las cargas muertas y vivas siguiendo lo establecido en el Título B de la NSR-10.

4.4.1. Carga muerta de elementos no estructurales

Como las plantas de todos los niveles son similares (a excepción de las cubiertas) se realizaron dos tipos de avalúos para las edificaciones como para suelo tipo C como suelo tipo D. Para las edificaciones se tuvieron en cuenta cargas de elementos no estructurales tales como cielo raso, pisos, muros y ventanas. Los valores para dichos elementos no estructurales se muestran en la Tabla 15.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 15. Avalúo de cargas.

Elemento no estructural	Descripción	Ton/m2
Cielo raso	Entramado metálico suspendido afinado en yeso	0,05
Pisos	Baldosa cerámica (20 mm) sobre 12 mm de mortero	0,11
Muros	Mampostería en bloque de concreto (Espesor 150 mm, Sin relleno)	0,18
Ventanas	Ventanas, vidrio, entramado y muro	0,005
Total		0,345

Fuente: Autores.

El valor de la carga muerta actuante sobre la cubierta se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16. Avalúo de cargas cubierta.

	Descripción	Peso Especifico	Espesor (m)	Carga total (ton/m2)
Plantilla	Mortero	2,2	0,05	0,11

Fuente: Autores.

4.4.2. Cargas vivas

La estimación de las cargas vivas se estipula en el Capítulo B.4 de la NSR-2010, la determinación de la carga viva mínima se precisó a partir del uso de la edificación, siguiendo la tabla B4.2.1-1. Para el cálculo de la carga viva se definió un área para los balcones del 12%, un área para cuartos privados y sus corredores del 86% y un área para escaleras de 2%.

Tabla 17. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Ponderación de la Carga Viva Mínima

Ocupación	Área (%)			Cargas (Ton/m²)			Ponderación de la Carga (Ton/m²)		
	Cuartos	Escaleras	Balcones	Cuartos	Balcones	Escaleras	Cuartos	Balcones	Escaleras



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



	privados			privados			privados		
Residencial	86	2	12	0,18	0,5	0,3	0,15	0,016	0,01
					Carga Viva		Ton/m²		0,22

Fuente: Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente 2010, adaptado por autores.

De acuerdo al alcance de la NSR 2010 y la tabla B.4.2.1-2 del anexo técnico de sus modificaciones técnicas y científicas, teniendo en cuenta que se optó por restringir el acceso de los residentes del edificio a la cubierta, la carga viva mínima considerada para las cubiertas, azoteas y terrazas de nuestra edificación corresponde a una carga generada por una lámina de agua que será tomada de 20 cm, por tanto el valor de la carga viva para la cubierta será de 0,2 ton/m².

4.5. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LAS EDIFICACIONES

Se estimaron las características sísmicas de las edificaciones teniendo en cuenta las condiciones locales y movimientos sísmicos de diseño, estos últimos se definieron en base de parámetros tales como aceleración pico efectiva A_a y velocidad pico efectiva A_v . Con base a estos valores y con los dos tipos de perfiles de suelos a estudiar (C y D) se obtuvieron los factores de amplificación del espectro por efectos del sitio F_a y F_v .

A partir de lo anterior, se definió el espectro de diseño de la edificación, para determinar la aceleración espectral y el periodo de oscilación.

Tipo de Suelo: C

Localización: Cartagena de Indias - Bolívar

Zona de Amenaza Sísmica: Baja (Figura A.2.3-1 – NSR 2010).

Coefficiente de aceleración pico efectiva: 0,10 (Tabla A.2.2-2 – NSR 2010).

Coefficiente de velocidad pico efectiva (Tabla A.2.2-2 – NSR 2010).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Coefficiente de amplificación (F_a): 1,2 (Tabla A.2.4-3 – NSR 2010).

Coefficiente de amplificación (F_v): 1,7 (Tabla A.2.4-4 – NSR 2010).

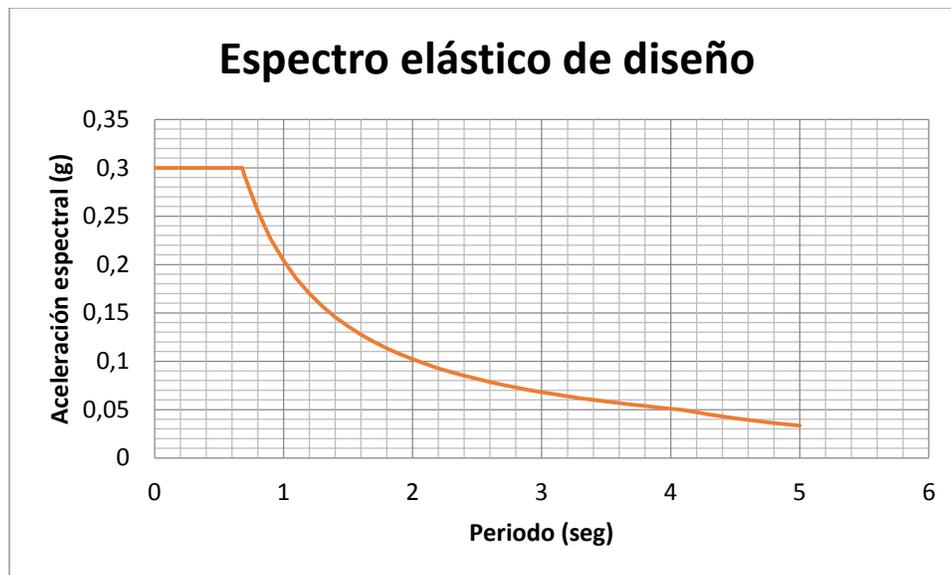
Uso u Ocupación: Residencial.

Coefficiente de importancia (I): 1 (Tabla A.2.5-1 – NSR 2010).

Capacidad de Disipación de Energía: Moderada (DMO).

Coefficiente de disipación de energía (R_o): 5.0 (Tabla A.3.3, para un sistema estructural de pórticos en concreto con capacidad de disipación DMO).

Gráfica 1. Espectro elástico de diseño de la edificación en Barrio España.



Fuente: Autores.

Tipo de Suelo: D.

Localización: Cartagena – Bolívar.

Zona de Amenaza Sísmica: Intermedia (Figura A.2.3-1 – NSR 2010).

Coefficiente de aceleración pico efectiva (A_a): 0,10 (Tabla A.2.2-2 – NSR 2010).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Coefficiente de velocidad pico efectiva (A_v): 0,15 (Tabla A.2.2-2 – NSR 2010).

Coefficiente de amplificación (F_a): 1,6 (Tabla A.2.4-3 – NSR 2010).

Coefficiente de amplificación (F_v): 2,4 (Tabla A.2.4-4 – NSR 2010).

Uso u Ocupación: Residencial.

Coefficiente de importancia (I): 1,0 (Tabla A.2.5-1 – NSR 2010).

Capacidad de Disipación de Energía: Moderada (DMO).

Coefficiente de disipación de energía (R_o): 5.0 (Tabla A.3.3, para un sistema estructural de pórticos en concreto con capacidad de disipación DMO).

Gráfica 2. Espectro de diseño para la edificación ubicada en La Providencia.



Fuente: Autores



4.5.1. Periodo Fundamental de la estructura

De acuerdo a como se estipula en el título A.4.2.1 de la NSR-10 se debe obtener el valor del periodo fundamental de la edificación T; debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural, utilizando un modelo matemático linealmente elástico de la estructura. Este requisito puede suplirse medio el uso de la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i * \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n f_i * \delta_i^2}}$$

Donde:

T = Periodo fundamental del edificio.

w_i = Peso en el nivel i de la edificación.

f_i = Fuerza sísmica horizontal en el nivel i.

δ_i = Desplazamiento horizontal en el nivel i con respecto a la base de la estructura, debido a las fuerzas horizontales f_i.

Los valores de los periodos fundamentales para cada una de las edificaciones se muestra en las Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25:

Tabla 18. Periodo fundamental para la estructura de 3 niveles con perfil C en dirección X y Y.

3 NIVELES PERFIL C

Sismo x	δ (m)	w (tonf)	f _i (tonf)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	f _i (ton f)	T (s)
CUB	0,01140	284,3	136,68	1,72	CUB	0,013447	284,3	136,68	1,89
3	0,02154	400,3	127,66		3	0,025558	400,3	127,66	
2	0,02292	400,3	63,28		2	0,027778	400,3	63,28	



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Fuente: Autores.

Tabla 19. Periodo fundamental para la estructura de 3 niveles con perfil D en dirección X y Y.

3 NIVELES PERFIL D

Sismo X	δ (m)	w (tonf)	fi (tonf)	T (s)	Sismo X	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,01513	284,3	181,27	1,72	CUB	0,017838	284,3	181,27	1,89
3	0,02865	400,3	170,29		3	0,033993	400,3	170,29	
2	0,03056	400,3	85,25		2	0,037032	400,3	85,25	

Fuente: Autores.

Tabla 20. Periodo fundamental para la estructura de 5 niveles con perfil C en dirección X y Y.

5 NIVELES PERFIL C

Sismo x	δ (m)	w (tonf)	fi (tonf)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,00687	283,8	129,43	1,82	CUB	0,007689	283,8	129,43	1,93
5	0,01371	409,2	143,88		5	0,015244	409,2	143,88	
4	0,01885	409,2	102,89		4	0,020756	409,2	102,89	
3	0,02184	409,2	64,14		3	0,024043	409,2	64,14	
2	0,01822	409,2	28,59		2	0,020999	409,2	28,59	

Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 21. Periodo fundamental para la estructura de 5 niveles con perfil D en dirección X y Y.

5 NIVELES PERFIL D

Sismo X	δ (m)	w (tonf)	fi (tonf)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,01011	283,8	190,29	1,82	CUB	0,011313	283,8	190,29	1,93
4	0,02022	409,2	212,61		4	0,022477	409,2	212,61	
3	0,02786	409,2	153,02		3	0,030673	409,2	153,02	
2	0,03235	409,2	96,27		2	0,035608	409,2	96,27	
1	0,02703	409,2	43,59		1	0,031152	409,2	43,59	

Fuente: Autores.

Tabla 22. Periodo fundamental para la estructura de 7 niveles con perfil C en dirección X y Y.

7 NIVELES PERFIL C

Sismo x	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,00273	282,9	106,80	1,17	CUB	0,002851	282,9	106,80	1,15
7	0,00319	410,2	126,49		7	0,003185	410,2	126,49	
6	0,00363	410,2	99,57		6	0,003445	410,2	99,57	
5	0,00523	410,2	74,29		5	0,004999	410,2	74,29	
4	0,00660	410,2	50,92		4	0,006244	410,2	50,92	
3	0,00714	410,2	29,91		3	0,006824	410,2	29,91	
2	0,00483	410,2	12,04		2	0,004995	410,2	12,04	

Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 23. Tabla 19. Periodo fundamental para la estructura de 7 niveles con perfil D en dirección X y Y.

7 NIVELES PERFIL D

Sismo X	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,00405	282,9	158,55	1,17	CUB	0,004241	282,9	158,55	1,15
7	0,00474	410,2	188,66		7	0,004738	410,2	188,66	
6	0,00540	410,2	149,34		6	0,005131	410,2	149,34	
5	0,00782	410,2	112,18		5	0,00748	410,2	112,18	
4	0,00991	410,2	77,58		4	0,009378	410,2	77,58	
3	0,01074	410,2	46,13		3	0,010279	410,2	46,13	
2	0,00729	410,2	18,97		2	0,007537	410,2	18,97	

Fuente: Autores.

Tabla 24. Periodo fundamental para la estructura de 10 niveles con perfil C en dirección X y Y.

10 NIVELES PERFIL C

Sismo x	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,00001	282,0	87,51	0,88	CUB	0,000027	282,0	87,51	0,80
10	0,00001	419,8	110,93		10	0,000028	419,8	110,93	
9	0,00001	419,8	92,68		9	0,000029	419,8	92,68	
8	0,00002	419,8	75,60		8	0,000033	419,8	75,60	
7	0,00006	419,8	59,76		7	0,000051	419,8	59,76	
6	0,00023	419,8	45,25		6	0,000161	419,8	45,25	



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aportricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



5	0,00069	419,8	32,19		5	0,000573	419,8	32,19	
4	0,001083	419,8	20,75		4	0,000917	419,8	20,75	
3	0,001209	419,8	11,18		3	0,001057	419,8	11,18	
2	0,000722	419,8	3,88		2	0,000685	419,8	3,88	

Fuente: Autores.

Tabla 25. Periodo fundamental para la estructura de 10 niveles con perfil D en dirección X y Y.

10 NIVELES PERFIL D

Sismo X	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)	Sismo Y	δ (m)	w (tonf)	fi (ton f)	T (s)
CUB	0,00001	282,0	127,90	0,88	CUB	0,000041	282,0	127,90	0,80
10	0,00001	419,8	162,86		10	0,000042	419,8	162,86	
9	0,00002	419,8	136,75		9	0,000044	419,8	136,75	
8	0,00003	419,8	112,17		8	0,00005	419,8	112,17	
7	0,00009	419,8	89,24		7	0,000077	419,8	89,24	
6	0,00034	419,8	68,09		6	0,000245	419,8	68,09	
5	0,00105	419,8	48,90		5	0,000872	419,8	48,90	
4	0,001655	419,8	31,91		4	0,0014	419,8	31,91	
3	0,001852	419,8	17,49		3	0,00162	419,8	17,49	
2	0,001107	419,8	6,10		2	0,001051	419,8	6,10	

Fuente: Autores.

El periodo fundamental de la estructura no debe exceder el periodo aproximado contemplado en el capítulo A.4.2.2. Los valores del periodo aproximado se muestran en la Tabla 26.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 26. Periodo fundamental aproximado de la estructura para todos los niveles de estudio y perfiles de suelo C y D

Periodo fundamental aproximado de la estructura

$$T_a = C_t * h^\alpha$$

$$C_u = 1,75 - 1,2 * A_v * F_v$$

α	0,9
C_t	0,047

	Perfil C	Perfil D
C_u	1,546	1,462

$$T = C_u * T_a$$

h piso (m)	T_a (s)
9	0,3396
15	0,5377
21	0,7279
30	1,0035

# Pisos	T (s)	
	Perfil C	Perfil D
3	0,52	0,50
5	0,83	0,79
7	1,13	1,06
10	1,55	1,47

Fuente: Autores.

Con base a los datos obtenidos, los periodos fundamentales de la estructura para los edificios de 3, 5 y 7 niveles en ambos perfiles de suelo (C y D) superan el valor del periodo fundamental aproximado, es por ello que los valores de las fuerzas sísmicas de diseño serán calculados con base a esos valores.

4.5.2. Cortante basal

Para la obtención del cortante basal, en cada sentido (si el periodo fundamental es mayor que el periodo aproximado), se determinaron los valores para cada factor dependiendo del periodo de la edificación se calculó S_a (Espectro de aceleración) como se muestra en la Ilustración 17.

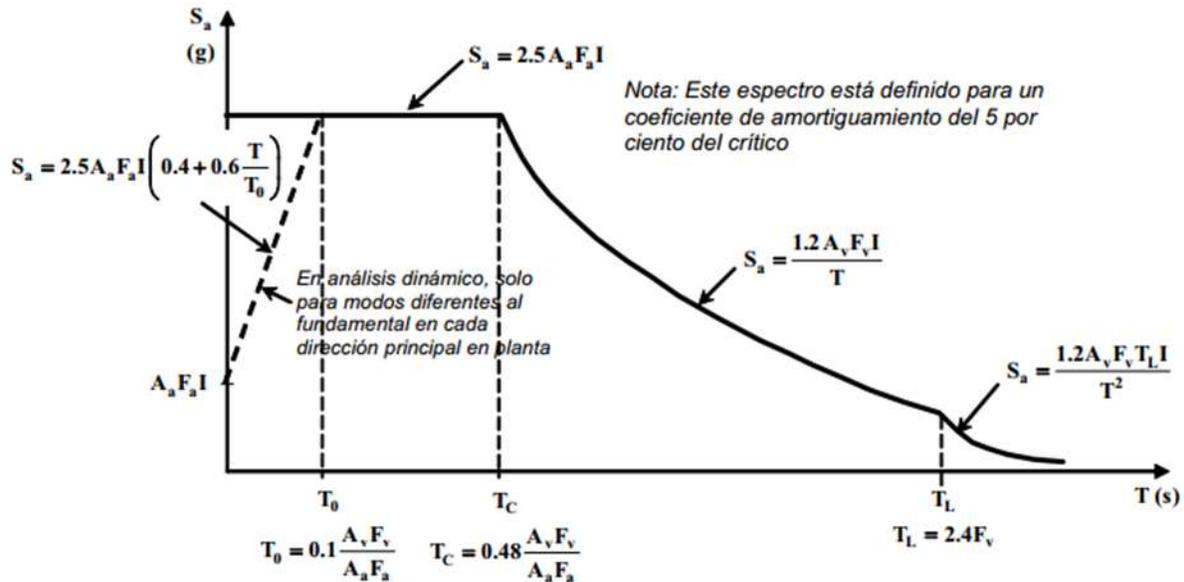
Valores de S_a en el espectro de diseño.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 17. Valores de Sa en el espectro de diseño.



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010

El cortante basal está definido como:

$$V_b = S_a * w_{total}$$

Tabla 27. Valores de Vb para todos los niveles de estudio y perfiles C y D.

# Pisos	Perfil C				Perfil D			
	T (s)	Sa (g)	wi (ton)	Vb (ton)	T (s)	Sa (g)	wi (ton)	Vb (ton)
3	0,524959	0,3	1092,05	327,6148	0,496436	0,4	1092,049	436,8197
5	0,831361	0,246	1906,22	468,9293	0,78619	0,365	1906,217	695,7691
7	1,125394	0,181	2762,49	500,0109	1,064247	0,272	2762,491	751,3976
10 x	0,88	0,232	4088,81	948,6036	0,88	0,255	4088,809	1042,646
10 y	0,8	0,327	4088,81	1337,04	0,8	0,36	4088,809	1471,971

Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



4.5.3. Fuerzas sísmicas de diseño

Para la fuerza sísmica horizontal en cualquier nivel de acuerdo a la dirección de estudio dependerá del peso de la estructura por piso, de la altura por piso y de un coeficiente k. Este exponente se calculó de la siguiente manera:

$$k = 0,75 + 0,5 * T$$

La fuerza sísmica de diseño está definida por:

$$f_i = \frac{w_i * h_i^k}{\sum w_i * h_i^k}$$

Tabla 28. Valores de las fuerzas sísmicas de diseño para los niveles de estudio y perfiles de suelo C y D.

3 NIVELES

Perfil C	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)	Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	284,27	9,00	1,01	2629,55	136,68	136,68	Cub	284,27	9,00	1,00	2548,43	181,27	181,27
3	400,29	6,00	1,01	2456,02	127,66	264,34	3	400,29	6,00	1,00	2394,06	170,29	351,57
2	400,29	3,00	1,01	1217,43	63,28	327,61	2	400,29	3,00	1,00	1198,51	85,25	436,82
Σ				6303,01	327,61		Σ				6140,99	436,82	

5 NIVELES

Perfil C	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)	Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	283,81	15,00	1,17	6667,67	129,43	129,43	Cub	283,81	15,00	1,14	6272,08	190,29	190,29
5	409,23	12,00	1,17	7412,23	143,88	273,31	4	409,23	12,00	1,14	7007,69	212,61	402,89
4	409,23	9,00	1,17	5300,42	102,89	376,20	3	409,23	9,00	1,14	5043,80	153,02	555,92
3	409,23	6,00	1,17	3304,03	64,14	440,34	2	409,23	6,00	1,14	3172,99	96,27	652,18
2	409,23	3,00	1,17	1472,78	28,59	468,93	1	409,23	3,00	1,14	1436,69	43,59	695,77
Σ				24157,12	468,93		Σ				22933,25	695,77	

7 NIVELES

Perfil C	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)	Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	282,89	21,00	1,31	15391,90	106,80	106,80	Cub	282,89	21,00	1,28	14023,85	158,55	158,55
7	410,19	18,00	1,31	18229,62	126,49	233,29	7	410,19	18,00	1,28	16687,82	188,66	347,21
6	410,19	15,00	1,31	14349,50	99,57	332,86	6	410,19	15,00	1,28	13209,29	149,34	496,55
5	410,19	12,00	1,31	10705,90	74,29	407,15	5	410,19	12,00	1,28	9922,68	112,18	608,73
4	410,19	9,00	1,31	7338,66	50,92	458,07	4	410,19	9,00	1,28	6861,86	77,58	686,30
3	410,19	6,00	1,31	4309,85	29,91	487,97	3	410,19	6,00	1,28	4080,10	46,13	732,43
2	410,19	3,00	1,31	1735,01	12,04	500,01	2	410,19	3,00	1,28	1677,70	18,97	751,40
Σ				72060,43	500,01		Σ				66463,31	751,40	



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



10 NIVELES PERFIL C

X	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)	Y	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	281,97	30,00	1,53	50562,69	153,80	153,80	Cub	281,97	30,00	1,53	50562,69	169,05	169,05
10	419,78	27,00	1,53	64096,29	194,96	348,76	10	419,78	27,00	1,53	64096,29	214,29	383,34
9	419,78	24,00	1,53	53553,78	162,90	511,66	9	419,78	24,00	1,53	53553,78	179,05	562,38
8	419,78	21,00	1,53	43683,01	132,87	644,53	8	419,78	21,00	1,53	43683,01	146,04	708,43
7	419,78	18,00	1,53	34528,11	105,03	749,55	7	419,78	18,00	1,53	34528,11	115,44	823,86
6	419,78	15,00	1,53	26143,69	79,52	829,08	6	419,78	15,00	1,53	26143,69	87,41	911,27
5	419,78	12,00	1,53	18599,99	56,58	885,65	5	419,78	12,00	1,53	18599,99	62,18	973,45
4	419,78	9,00	1,53	11992,10	36,48	922,13	4	419,78	9,00	1,53	11992,10	40,09	1013,55
3	419,78	6,00	1,53	6460,04	19,65	941,78	3	419,78	6,00	1,53	6460,04	21,60	1035,15
2	419,78	3,00	1,53	2243,66	6,82	948,60	2	419,78	3,00	1,53	2243,66	7,50	1042,65
Σ				311863,36	948,60		Σ				311863,36	1042,65	

10 NIVELES PERFIL D

X	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)	Y	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	281,97	30,00	1,48	43810,22	213,34	213,34	Cub	281,97	30,00	1,48	43810,22	234,87	234,87
10	419,78	27,00	1,48	55783,61	271,65	484,99	10	419,78	27,00	1,48	55783,61	299,06	533,94
9	419,78	24,00	1,48	46840,31	228,10	713,09	9	419,78	24,00	1,48	46840,31	251,12	785,05
8	419,78	21,00	1,48	38422,56	187,11	900,20	8	419,78	21,00	1,48	38422,56	205,99	991,04
7	419,78	18,00	1,48	30568,07	148,86	1049,06	7	419,78	18,00	1,48	30568,07	163,88	1154,92
6	419,78	15,00	1,48	23323,81	113,58	1162,64	6	419,78	15,00	1,48	23323,81	125,04	1279,97
5	419,78	12,00	1,48	16750,56	81,57	1244,21	5	419,78	12,00	1,48	16750,56	89,80	1369,77
4	419,78	9,00	1,48	10931,45	53,23	1297,44	4	419,78	9,00	1,48	10931,45	58,61	1428,37
3	419,78	6,00	1,48	5990,17	29,17	1326,61	3	419,78	6,00	1,48	5990,17	32,11	1460,49
2	419,78	3,00	1,48	2142,14	10,43	1337,04	2	419,78	3,00	1,48	2142,14	11,48	1471,97
Σ				274562,9	1337,04		Σ				274562,91	1471,97	

Fuente: Autores

4.5.4. Disipación de energía

La disipación de energía de una estructura está basada en la idea de colocar en la estructura dispositivos destinados a aumentar la capacidad de perder energía de una estructura durante un terremoto. Toda estructura disipa o elimina la energía de un sismo mediante deformaciones. Al colocar un dispositivo de disipación de energía en una estructura, estos van a experimentar fuertes deformaciones con los movimientos de la estructura durante un sismo. Mediante estas fuertes deformaciones se incrementa notablemente la capacidad de disipar energía de la estructura con una reducción de las deformaciones de la estructura. Estos dispositivos se conocen como disipadores de energía o amortiguadores sísmicos y pueden ser de diversas formas y principios de operación. Los más conocidos son en base a un elemento viscoso que se deforma o con unos elementos metálicos que logra la fluencia fácilmente.

La acción de los sismos sobre las estructuras, edificaciones y obras en general es de gran importancia, por la magnitud de los daños y fallos que ocasionan, las grandes pérdidas



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



económicas, y sobre todo, por el gran número de víctimas humanas, tanto en muertos como en lesionados. Las cargas que el sismo provoca sobre las estructuras dependen de muchos factores, entre otros: las características dinámicas del evento, la zona geográfica, las propiedades del suelo y la estructura, la interacción suelo-estructura, el propio movimiento sísmico, la capacidad de liberar energía de la estructura, etc.

La carga de sismo, en zonas de actividad sísmica, es una de las más importantes a tener en cuenta en el diseño. La acción de un sismo sobre una estructura tiene aspectos netamente distintos que los de la mayoría de las otras acciones. La diferencia no reside tanto en las características dinámicas de la acción, si no en la relación entre el movimiento sísmico, las propiedades del suelo subyacente y las estructuras. Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro de un rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia se cuantifica por medio de la energía de deformación que el sistema, elemento o sección es capaz de disipar en ciclos histeréticos consecutivos. Cuando hace referencia al sistema de resistencia sísmica de la edificación como un todo, se define por medio del coeficiente de capacidad de disipación de energía Básico R_0 , el cual después se afecta debido a irregularidades de la estructura y a ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica. El grado de capacidad de disipación de energía se clasifica como especial (DES), Moderado (DMO), y mínimo (DMI).

Para efectos de diseño de nuestra estructura se utilizó un sistema de disipación de energía moderado DMO. La NSR-10 en la tabla A.3-3 para pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía un valor del coeficiente de disipación de energía básico de $R_0 = 5$. Este coeficiente básico debe ser reducido por factores geométricos de la propia estructura tales como irregularidades en altura, irregularidades en planta y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

Los valores de reducción del coeficiente de disipación de energía son:

- Irregularidad en planta ϕ_p : 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).
- Irregularidades en altura ϕ_a : 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).
- Factor de reducción por ausencia de redundancia: 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Como los factores de reducción de coeficiente de disipación de energía son todos iguales a 1 el coeficiente de disipación de energía R será igual a 5.

4.6. COMBINACIONES DE CARGA

Para el modelo desarrollado, no sólo se verificó el cumplimiento de las derivas sino también, se desarrolló la aplicación de las combinaciones de cargas establecidas en el reglamento sismo resistente colombiano en su literal B.2.4.2, las cuales corresponden a lo siguiente:

$$1.4D \quad (B.2.4-1)$$

$$1.2D + 1.6L \quad (B.2.4-2)$$

$$1.2D + 1.0E_x + 1.0L + 0.3E_y \quad (B.2.4-5)$$

$$1.2D - 1.0E_x + 1.0L + 0.3E_y$$

$$1.2D + 1.0E_y + 1.0L + 0.3E_x$$

$$1.2D - 1.0E_y + 1.0L + 0.3E_x$$

$$0.9D + 1.0E_x + 0.3E_y \quad (B.2.4-7)$$

$$0.9D - 1.0E_x + 0.3E_y$$

$$0.9D + 1.0E_y + 0.3E_x$$

$$0.9D - 1.0E_y + 0.3E_x$$

4.7. REQUERIMIENTOS DE DERIVA PARA AMBOS PERFILES DE SUELO

Se verificaron los desplazamientos por pisos constando que estos no superaran el requisito máximo establecido por la NSR-10 en el capítulo A.6.4.1 donde se contempla que para estructuras de concreto reforzado, metálicas y de madera la deriva máxima no puede ser mayor al 1% de la altura de piso. Para efectos de diseño se tomaron los valores de las fuerzas sísmicas de diseño sin el coeficiente de disipación de energía, para las dimensiones de las estructuras



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



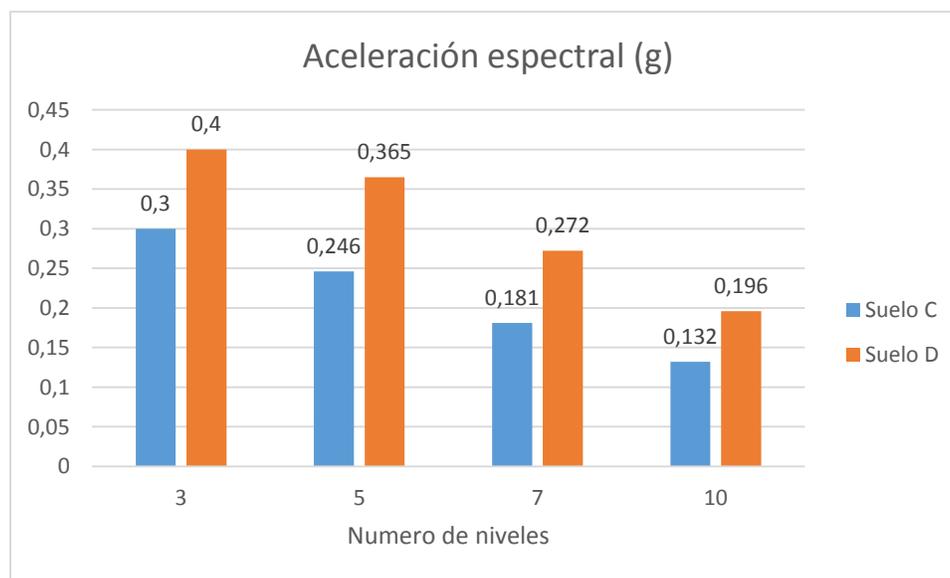
previamente escogidas se cumplen todos los requisitos de derivas (Ver Tabla 43, Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46 en Anexos)

4.8. ANALISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE PRECIOS

Con base a los resultados obtenidos en el análisis de las fuerzas horizontales de diseño por la NSR-10, se procedió con analizar el comportamiento de los parámetros de diseño con los dos perfiles de interés, estos parámetros fueron:

- Aceleración espectral.
- Periodo fundamental de la estructura.
- Cortante basal

Ilustración 18. Variación de la aceleración espectral (g)



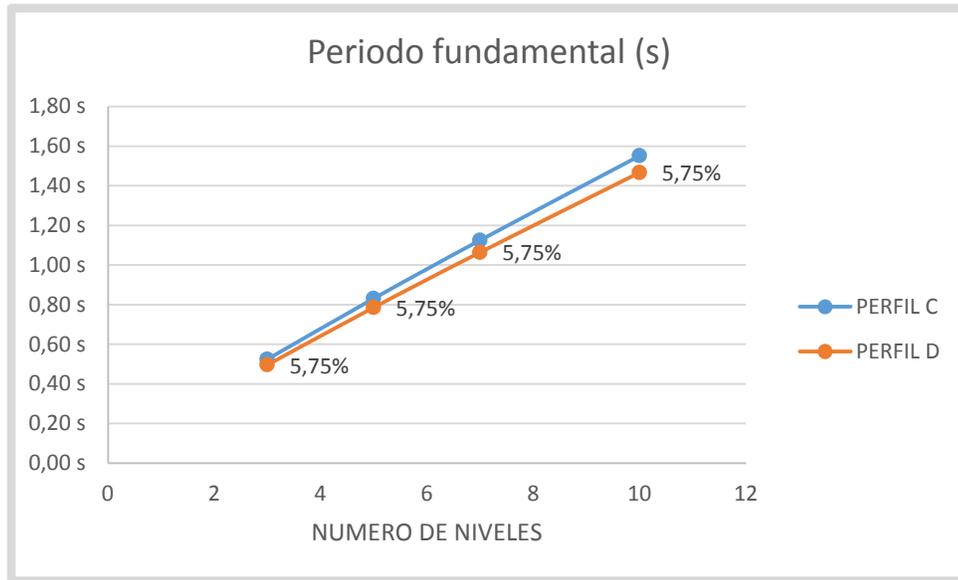
Fuente: Autores.

El parámetro de diseño Aceleración Espectral presenta un aumento promedio de 25% para 3 niveles, para 5 niveles presenta un aumento de 32,6%, para 7 niveles un aumento de 33,5% y para 10 niveles un incremento del 32,6%.

Ilustración 19. Variación del periodo fundamental (s).



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Fuente: Autores.

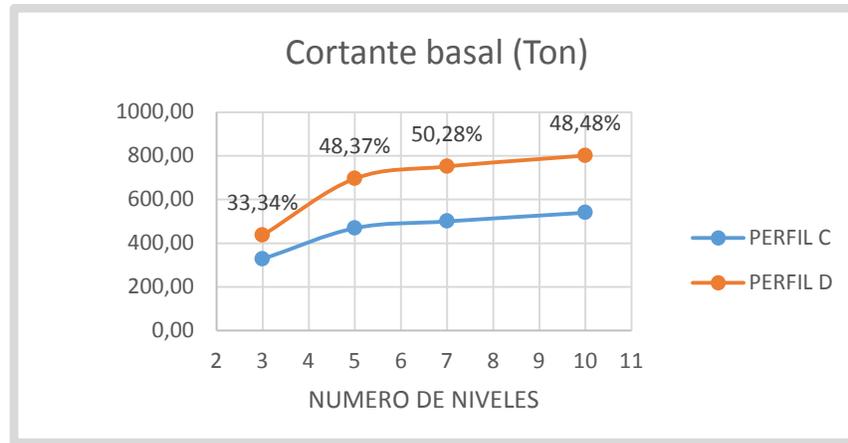
Puesto que se tomó la fórmula del periodo aproximado dictado por la NSR-10, se observa que la variación del periodo acuerdo al tipo de perfil de estudio se mantiene a medida que se aumenta el número de niveles, por lo cual se deduce que la variación del periodo fundamental para una misma configuración estructural es constante y para este caso su valor es de 5,75%. Esto se explica porque para el periodo de diseño se está limitando por la formula indicada por la norma sismo resistente colombiana NSR -10 en el cual depende de las variables C_u y T_a .



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 20. Variación del cortante basal (ton).



Fuente: Autores.

Con los periodos fundamentales se calculó los cortantes basales ilustrados en el grafico anterior, como es de esperar se observa un incremento con el número de niveles puesto que esta fuerza es inercial (depende del peso de la estructura) pero a diferencia del periodo fundamental esta variación no es contante si no que aumenta a medida que se incrementan los niveles.

4.8.1. Comparación de costos

Realizados los diseños de los elementos estructurales para cada una de las edificaciones, se procedió a realizar los respectivos presupuestos en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Cantidades de obra para edificio de 3 Niveles ambos perfiles de estudio.

Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	173	2896	173	2896
Vigas	113	12951	113,27	18131,4



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Columnas	15,3	3696,27	17,64	5174,778
Total	301,3	19543,27	303,91	26202,178

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	19543,27	\$2.800	\$54.721.156	\$200.713.185	9%
	Alambre (kg)	390,8654	\$3.500	\$1.368.029		
	Concreto (m ³)	301,3	\$480.000	\$144.624.000		
D	Acero (Kg)	26202,18	\$2.800	\$73.366.098	\$221.077.051	
	Alambre (kg)	524,0436	\$3.500	\$1.834.152		
	Concreto (m ³)	303,91	\$480.000	\$145.876.800		

Fuente: Autores.

Tabla 30. Cantidades de obra para edificio de 5 niveles ambos perfiles de estudio.

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	289,2	2896	289,2	2896
Vigas	188,12	22659,9	189,62	31723,86
Columnas	38,4	8196,9	54	11475,66
Total	515,72	33752,8	532,82	46095,52

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	33752,8	\$2.800	\$94.507.840	\$344.416.136	11%
	Alambre (kg)	675,056	\$3.500	\$2.362.696		
	Concreto (m ³)	515,72	\$480.000	\$247.545.600		
D	Acero (Kg)	46095,52	\$2.800	\$129.067.456	\$388.047.742	
	Alambre (kg)	921,9104	\$3.500	\$3.226.686		
	Concreto (m ³)	532,82	\$480.000	\$255.753.600		

Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 31. Cantidades de obra para edificio de 7 niveles ambos perfiles de estudio.

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	407,88	2896	407,88	2896
Vigas	263,69	31327,91	263,69	45425,4695
Columnas	68,04	16474,53	86,97	23888,0685
Total	739,61	50698,44	758,54	72209,538

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	50698,44	\$2.800	\$141.955.632	\$500.517.323	12%
	Alambre (kg)	1013,969	\$3.500	\$3.548.891		
	Concreto (m ³)	739,61	\$480.000	\$355.012.800		
D	Acero (Kg)	72209,54	\$2.800	\$202.186.706	\$571.340.574	
	Alambre (kg)	1444,191	\$3.500	\$5.054.668		
	Concreto (m ³)	758,54	\$480.000	\$364.099.200		

Fuente: Autores.

Tabla 32. Cantidades de obra para edificio de 10 niveles ambos perfiles de estudio.

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	578,4	2896	578,4	2896
Vigas	373,6	45433,83	373,6	65879,0535
Columnas	124,72	34238,68	124,72	60944,8504
Total	1076,72	82568,51	1076,72	129719,9039

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	82568,51	\$2.800	\$231.191.828	\$753.797.224	15%
	Alambre (kg)	1651,37	\$3.500	\$5.779.796		
	Concreto (m ³)	1076,72	\$480.000	\$516.825.600		
D	Acero (Kg)	129719,9	\$2.800	\$363.215.731	\$889.121.724	
	Alambre (kg)	2594,398	\$3.500	\$9.080.393		
	Concreto (m ³)	1076,72	\$480.000	\$516.825.600		

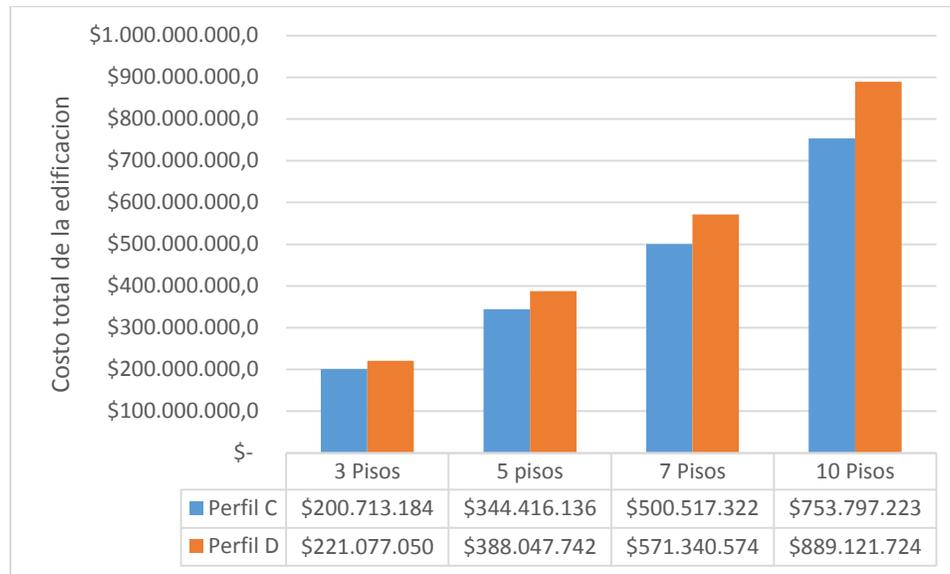
Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 21. Costo total para los niveles de estudio.



El costo total de la edificación en todos los niveles para el perfil D siempre fue mayor con respecto a las edificaciones diseñadas para el perfil C. Se evidencia además que la diferencia entre costos se iba haciendo incrementando a medida de que aumenta el número de niveles.

4.9. DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA ESTRUCTURA

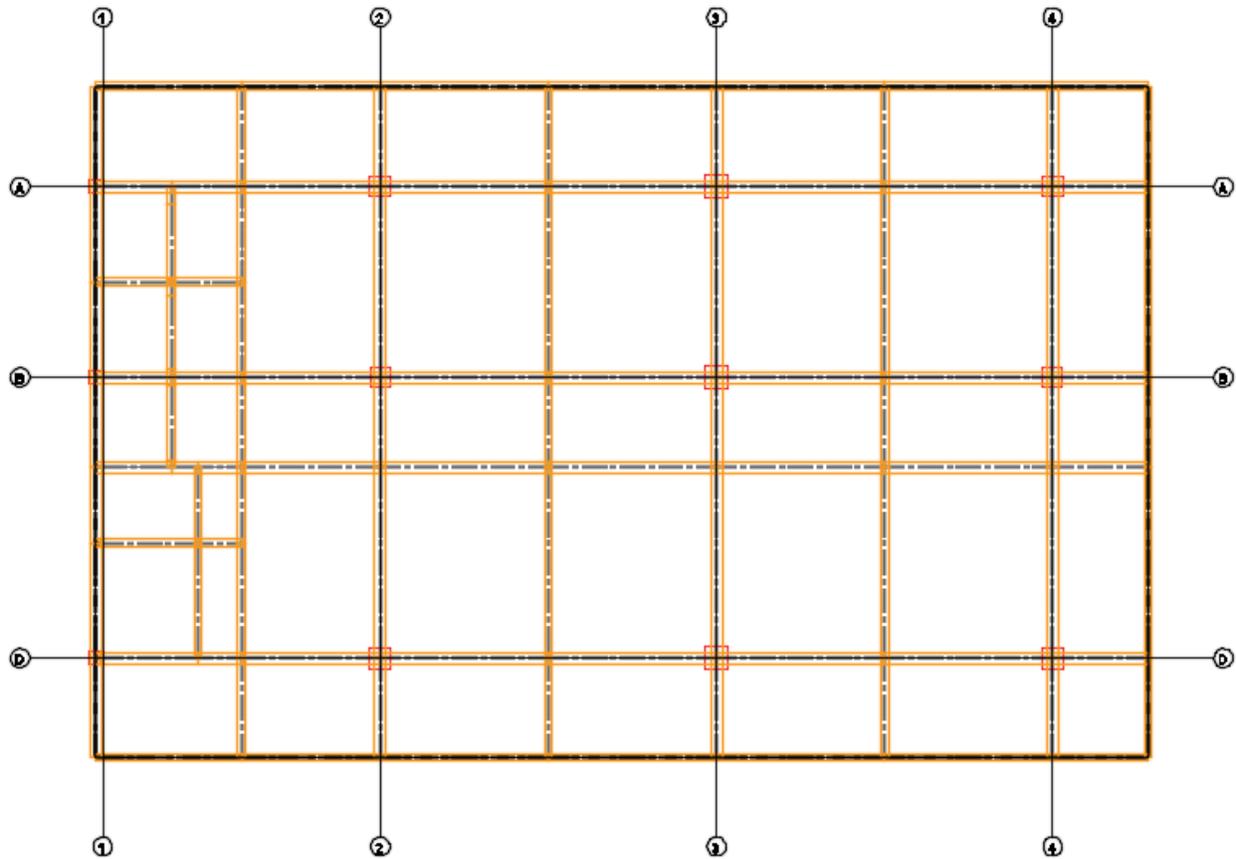
Con base a los resultados anteriormente obtenidos, se planteó una alternativa nueva que tiene como objetivo disminuir el costo de la edificación de los perfiles D. Esta alternativa se basa en eliminar columnas y posteriormente aumentar la resistencia a la compresión del concreto, es decir no se trabajara con un concreto de 4000 psi planteado anteriormente si no con un concreto de 6000 psi para el suelo tipo D, a su vez se eliminaron columnas del eje C y así comprobar la variación del precio de la estructura con esta nueva alternativa.

El sistema estructural de resistencia sísmica adoptado corresponde a un sistema de pórticos resistentes a cargas verticales, fuerzas horizontales y momentos, tal cual como se define en el literal A.3.2.1.3 de la NSR-2010, compuesto por vigas y columnas en concreto reforzado, adicionalmente losas de entrepiso macizas en concreto.



4.9.1. Planta estructural

Ilustración 22. Planta aplicada para los modelos.



Fuente: Autores

4.9.2. Materiales

Los materiales tenidos en cuenta para la modelación y análisis de la nueva estructura relacionada fueron los siguientes:

4.9.2.1. Concreto

El concreto empleado para la construcción de los elementos estructurales y no estructurales, a continuación se describe sus especificaciones.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 33. Características físicas y mecánicas del concreto utilizado Fase 2.

Material	Concreto Simple	Concreto Reforzado
Resistencia a la compresión (MPa)	42	42
*Densidad (Kg/m³)	2.300	2.400
**Módulo de elasticidad (MPa)	20.636	-

* Tabla B.3.2-1 – NSR 2010.

**Comentario CR8.5 NSR 2010.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.

4.10.2.2. Acero

El acero empleado para la construcción de los elementos estructurales y no estructurales, a continuación se describe sus especificaciones.

Tabla 34. Características físicas y mecánicas del acero utilizado Fase 2.

Material	Acero de Refuerzo
Resistencia a la fluencia (MPa)	420
*Densidad (Kg/m³)	7.800
**Módulo de elasticidad (MPa)	200.000

*Tabla B.3.2-1 – NSR 2010.

**Literal C.8.5.2 NSR 2010.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



4.10. PREDIMENSIONAMIENTO

Durante el procedimiento de análisis mediante la herramienta computacional ETABS 2016 ® desarrollado por CSI American-Computers and Structures, se establecieron las dimensiones a trabajar en este nuevo modelo con base a las dimensiones mínimas requeridas por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010. Estos datos iniciales fueron posteriormente evaluados para cumplir los requisitos de deriva establecidos en el NSR-10. Las secciones de los elementos estructurales se muestran en la Tabla 35.

Tabla 35. Predimensionamiento de los elementos estructurales (Fase 2).

3 Niveles		5 Niveles	
Elementos	Perfil D	Elementos	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Vigas	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50		Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 35x35	Columnas	Tipo I: 35x35
	Tipo II: 35x40		Tipo II: 35x40
	Tipo III: 40x40		Tipo III: 45x40
Losa Maciza	12 cm	Losa Maciza	Tipo IV: 45x50
			Tipo V: 40x40
			Tipo VI: 45x45
			12 cm

7 Niveles		10 Niveles	
Elementos	Perfil D	Elementos	Perfil D
Vigas	Principales: 30x50	Vigas	Principales: 30x50
	Secundarias: 20x50		Secundarias: 20x50
Columnas	Tipo I: 35x35	Columnas	Tipo I: 35x35
	Tipo II: 40x40		Tipo II: 40x40
	Tipo III: 45x45		Tipo III: 45x45
	Tipo IV: 45x50		Tipo IV: 45x50
	Tipo V: 50x50		Tipo V: 50x50
Losa Maciza	12 cm	Losa Maciza	Tipo VI: 50x55
			Tipo VII: 55x55
			Tipo VIII: 60x60
		Losa Maciza	12 cm

Fuente: Autores.



4.11. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LAS EDIFICACIONES

Se estimaron las características sísmicas de las edificaciones teniendo en cuenta las condiciones locales y movimientos sísmicos de diseño, estos últimos se definieron en base de parámetros tales como aceleración pico efectiva A_a y velocidad pico efectiva A_v . Para este caso se mantuvieron los valores para el Perfil D debido a que se mantuvo la misma ubicación de la edificación.

4.11.1. Periodo fundamental de la estructura

Se calculó el periodo fundamental de la estructura T con base a lo estipulado en el título A.4.2.1 de la NSR-10, a su vez este resultado se comparó con el periodo aproximado contemplado en el capítulo A.4.2.2. de la NSR-10 sabiéndose de que si el periodo fundamental calculado es menor al periodo fundamental aproximado se trabaja automáticamente con el aproximado. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Valores de periodo fundamental de la estructura calculado y aproximado Fase 2.

Numero de pisos	Periodo fundamental de la estructura (s)		Periodo fundamental aproximado (s)
	Sismo X	Sismo Y	
3	0,70	0,67	0,50
5	0,98	0,94	0,79
7	1,37	1,34	1,06
10	1,83	1,79	1,47

Fuente: Autores.

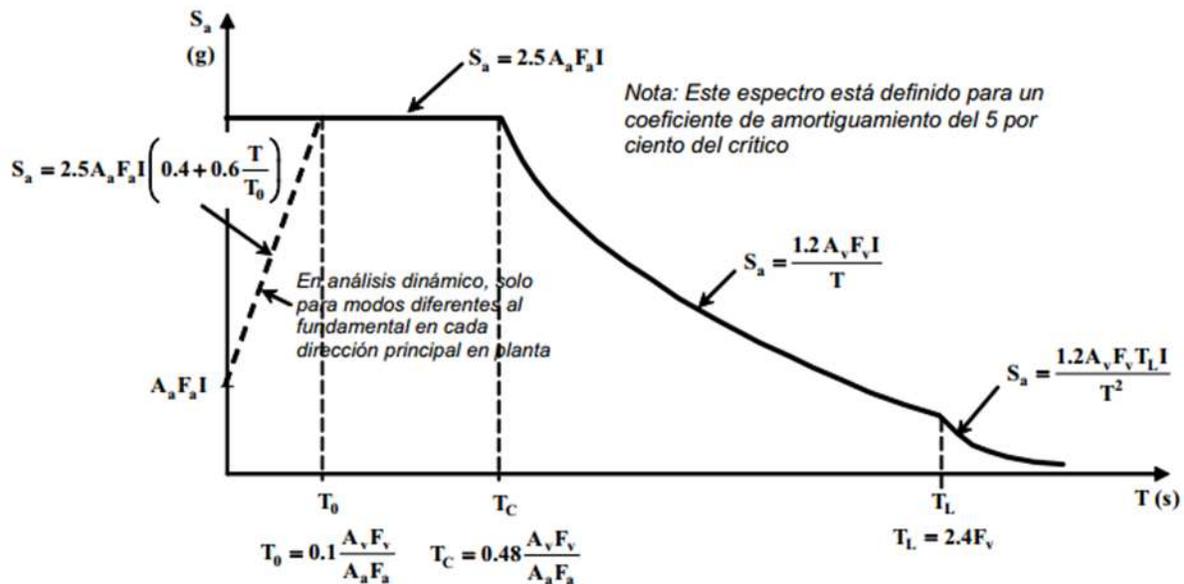
Con base a los resultados obtenidos los valores del periodo fundamental de la estructura para todos los niveles de estudio en ambos sentidos (X y Y) son mayores a los valores del periodo fundamental aproximado, es por esto que los valores calculados de las fuerzas sísmicas de diseño serán calculado con los de menor valor.



4.11.2. Cortante Basal.

Para la obtención del cortante basal, en cada sentido (si el periodo fundamental es mayor que el periodo aproximado), se determinaron los valores para cada factor dependiendo del periodo de la edificación se calculó el S_a (Espectro de aceleración) como se muestra en la Ilustración 23.

Ilustración 23. Valores de S_a en el espectro de diseño.



Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010

El valor del cortante basal para cada uno de los niveles se muestra a continuación:

Tabla 37. Valores del cortante basal para todos los niveles de estudio Fase 2.

Numero de pisos	Perfil D Fase 2			
	T (s)	Sa (g)	wi (ton)	Vb (ton)
3	0,50	0,4	1050	420,0
5	0,79	0,365	1830	668,0
7	1,06	0,272	2701	734,7
10	1,47	0,196	3780	740,9

Fuente: Autores



4.11.3. Fuerzas sísmicas de diseño

Para la fuerza sísmica horizontal en cualquier nivel de acuerdo a la dirección de estudio dependerá del peso de la estructura por piso, de la altura por piso y de un coeficiente k. Para esta nueva alternativa, los valores de la fuerza sísmica de diseño se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38. Valores de las fuerzas sísmicas de diseño para los niveles de estudio Fase 2.

3 Niveles Perfil D						
Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	280,0	9	1,00	2510,15	182,43	182,43
3	390,0	6	1,00	2332,54	169,52	351,95
2	390,0	3	1,00	1167,71	84,87	436,82
Σ				6010,41	436,82	

5 Niveles Perfil D						
Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	280,0	15	1,14	6187,88	195,11	195,11
4	390,0	12	1,14	6678,38	210,58	405,69
3	390,0	9	1,14	4806,78	151,56	557,25
2	390,0	6	1,14	3023,89	95,35	652,60
1	390,0	3	1,14	1369,18	43,17	695,77
Σ				22066,10	695,77	

7 Niveles Perfil D						
Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	280,0	21	1,28	13880,55	163,63	163,63
7	390,0	18	1,28	15866,43	187,04	350,68
6	390,0	15	1,28	12559,12	148,06	498,73
5	390,0	12	1,28	9434,27	111,22	609,95
4	390,0	9	1,28	6524,11	76,91	686,86
3	390,0	6	1,28	3879,28	45,73	732,59
2	390,0	3	1,28	1595,12	18,80	751,40
Σ				63738,88	751,40	



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



10 Niveles Perfil D

Perfil D	wi (ton)	h (m)	k	wi*hi^k	fi (ton)	vi (ton)
Cub	280,0	30	1,48	43503,87	135,19	135,19
10	390,0	27	1,48	51826,44	161,05	296,25
9	390,0	24	1,48	43517,56	135,23	431,48
8	390,0	21	1,48	35696,95	110,93	542,41
7	390,0	18	1,48	28399,64	88,25	630,67
6	390,0	15	1,48	21669,26	67,34	698,01
5	390,0	12	1,48	15562,31	48,36	746,37
4	390,0	9	1,48	10155,99	31,56	777,93
3	390,0	6	1,48	5565,24	17,29	795,22
2	390,0	3	1,48	1990,19	6,18	801,41
Σ				257887,45	801,41	

Fuente: Autores.

4.11.4. Disipación de energía

Para efectos de diseño de nuestra nueva estructura se utilizó un sistema de disipación de energía moderado DMO. La NSR-10 en la tabla A.3-3 para pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía un valor del coeficiente de disipación de energía básico de $R_o = 5$. Este coeficiente básico debe ser reducido por factores geométricos de la propia estructura tales como irregularidades en altura, irregularidades en planta y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

Los valores de reducción del coeficiente de disipación de energía son:

- Irregularidad en planta ϕ_p : 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).
- Irregularidades en altura ϕ_a : 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).
- Factor de reducción por ausencia de redundancia: 1 (Ver Ilustración 27 en Anexos).

Como los factores de reducción de coeficiente de disipación de energía son todos iguales a 1 el coeficiente de disipación de energía R será igual a 5.



4.12. COMBINACIONES DE CARGA

Para este nuevo modelo desarrollado, no sólo se verificó el cumplimiento de las derivas sino también, se desarrolló la aplicación de las combinaciones de cargas establecidas en el reglamento sismo resistente colombiano en su literal B.2.4.2, las cuales corresponden a lo siguiente:

$$1.4D \quad (B.2.4-1)$$

$$1.2D + 1.6L \quad (B.2.4-2)$$

$$1.2D + 1.0E_x + 1.0L + 0.3E_y \quad (B.2.4-5)$$

$$1.2D - 1.0E_x + 1.0L + 0.3E_y$$

$$1.2D + 1.0E_y + 1.0L + 0.3E_x$$

$$1.2D - 1.0E_y + 1.0L + 0.3E_x$$

$$0.9D + 1.0E_x + 0.3E_y \quad (B.2.4-7)$$

$$0.9D - 1.0E_x + 0.3E_y$$

$$0.9D + 1.0E_y + 0.3E_x$$

$$0.9D - 1.0E_y + 0.3E_x$$

4.13. REQUERIMIENTOS DE DERIVA PARA LA NUEVA ALTERNATIVA

Se verificaron los desplazamientos por pisos constando que estos no superaran el requisito máximo establecido por la NSR-10 en el capítulo A.6.4.1 donde se contempla que para estructuras de concreto reforzado, metálicas y de madera la deriva máxima no puede ser mayor al 1% de la altura de piso. Para efectos de diseño se tomaron los valores de las fuerzas sísmicas de diseño sin el coeficiente de disipación de energía, para las dimensiones de las estructuras previamente escogidas se cumplen todos los requisitos de derivas (Ver Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50).

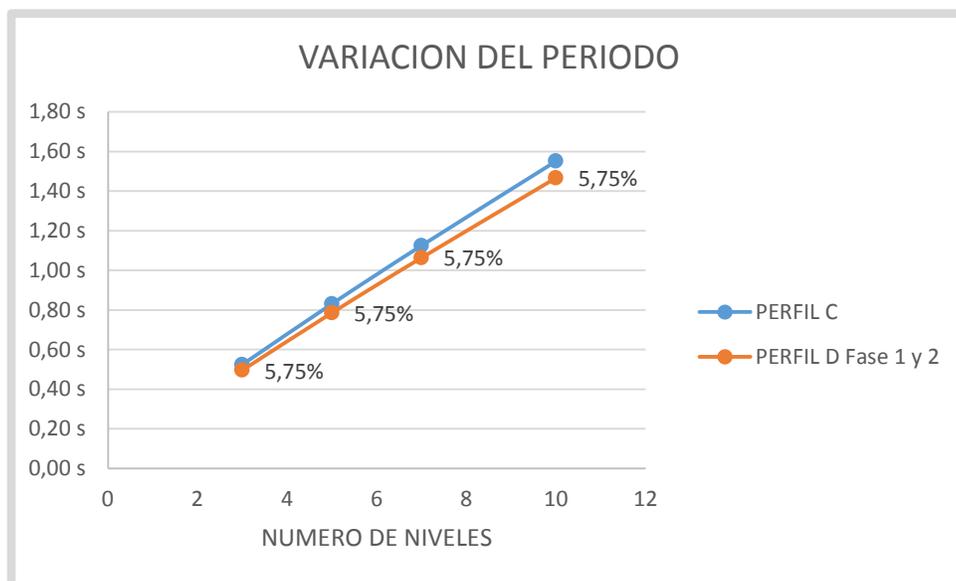


4.14. ANALISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE PRECIOS

Con base a los resultados obtenidos en el análisis de las fuerzas horizontales de diseño por la NSR-10, se procedió con analizar el comportamiento de los parámetros de diseño con el perfil C inicial y la nueva alternativa para perfil D, estos parámetros fueron:

- Periodo fundamental de la estructura.
- Cortante basal

Ilustración 24. Variación del periodo fundamental.



Fuente: Autores

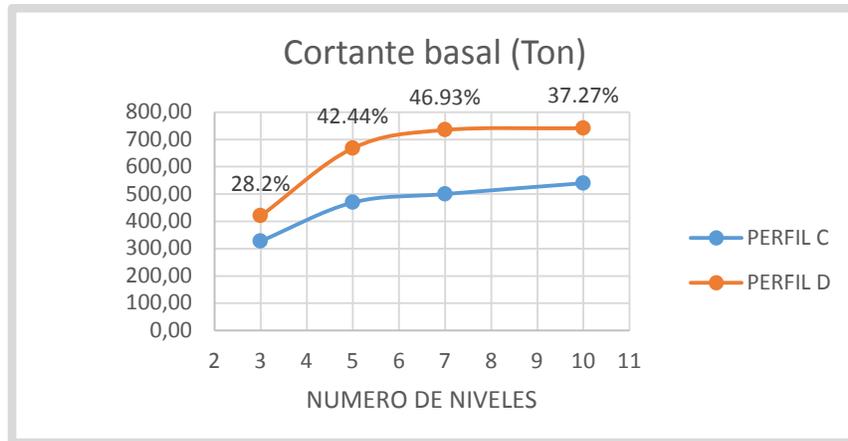
Con base a la gráfica anterior y teniendo en cuenta que el periodo utilizado en la modelación tanto para el Perfil D en la fase 1 y en la fase 2 fue el periodo contemplado en el capítulo A.4.2.2, es por ello de que no se evidencia ninguna variación en este parámetro para este caso y la diferencia para cada uno de los niveles de estudio sigue siendo la misma.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 25. Variación del cortante basal.



Fuente: Autores

En tanto a la variación del cortante basal, debido a la disminución notoria de los pesos de la estructuras en comparación a los pesos inicialmente calculados (Fase 1) se evidencia una diferencia menor del cortante basal en la modelación de la fase 2 con respecto a la fase 1. Es decir, para 3 niveles hubo una disminución de 33.34% a 28.2%, para 5 niveles hubo una disminución de 48.37% a 42.44%, para 7 niveles hubo una disminución de 50.28% a 46.93% y para 10 niveles se evidenció una disminución de 48.48% a 37.27%.

4.14.1. Comparación de costos

Luego de realizarse los diseños de los elementos estructurales de todos los edificios de la Fase 2, se procedió con calcular los presupuestos de las cantidades de los materiales lo cual arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 39. Total de cantidades de obra (3 Niveles Fase 2).

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	173	2896	173	2896
Vigas	113	12951	78	13535
Columnas	15,3	3696,27	9	3446
Total	301,3	19543,27	260	19877



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	19543,27	\$2.800	\$54.721.156	\$200.713.185	6%
	Alambre (kg)	390,8654	\$3.500	\$1.368.029		
	Concreto (m ³)	301,3	\$480.000	\$144.624.000		
D	Acero (Kg)	19877	\$2.800	\$55.655.600	\$213.046.990	
	Alambre (kg)	397,54	\$3.500	\$1.391.390		
	Concreto (m ³)	260	\$600.000	\$156.000.000		

Fuente: Autores.

Tabla 40. Total de cantidades de obra (5 Niveles Fase 2).

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	289,2	2896	289,2	2896
Vigas	188,12	22659,9	138,8	24150
Columnas	38,4	8196,9	32	8690
Total	515,72	33752,8	460	35736

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	33752,8	\$2.800	\$94.507.840	\$344.416.136	9%
	Alambre (kg)	675,056	\$3.500	\$2.362.696		
	Concreto (m ³)	515,72	\$480.000	\$247.545.600		
D	Acero (Kg)	35736	\$2.800	\$100.060.800	\$378.562.320	
	Alambre (kg)	714,72	\$3.500	\$2.501.520		
	Concreto (m ³)	460	\$600.000	\$276.000.000		

Fuente: Autores.

Tabla 41. Total de cantidades de obra (7 Niveles Fase 2).

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	407,88	2896	407,88	2896
Vigas	263,69	31327,91	212	32226
Columnas	68,04	16474,53	60,2	18780
Total	739,61	50698,44	680	53902



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	50698,44	\$2.800	\$141.955.632	\$500.517.323	11%
	Alambre (kg)	1013,969	\$3.500	\$3.548.891		
	Concreto (m ³)	739,61	\$480.000	\$355.012.800		
D	Acero (Kg)	53902	\$2.800	\$150.925.600	\$562.698.740	
	Alambre (kg)	1078,04	\$3.500	\$3.773.140		
	Concreto (m ³)	680	\$600.000	\$408.000.000		

Fuente: Autores.

Tabla 42. Total cantidades de obra (10 Niveles Fase 2).

Total Cantidades de Obra				
Elemento	Suelo C		Suelo D	
	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)	Volumen (m3)	Peso Barras (kg)
Losa	578,4	2896	578,4	2896
Vigas	373,6	45433,83	300	46587
Columnas	124,72	34238,68	127	39876
Total	1076,72	82568,51	1005	89359

Costo total de la obra						
Tipo de Perfil	Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total	Variación
C	Acero (Kg)	82568,51	\$2.800	\$231.191.828	\$753.797.224	12%
	Alambre (kg)	1651,37	\$3.500	\$5.779.796		
	Concreto (m ³)	1076,72	\$480.000	\$516.825.600		
D	Acero (Kg)	89359	\$2.800	\$250.205.200	\$859.460.330	
	Alambre (kg)	1787,18	\$3.500	\$6.255.130		
	Concreto (m ³)	1005	\$600.000	\$603.000.000		

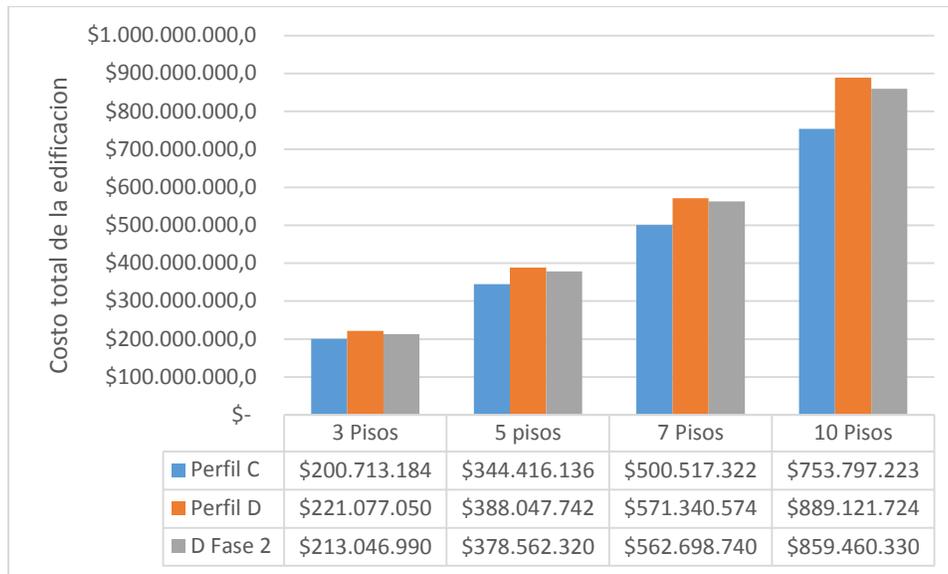
Fuente: Autores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 26. Costo total de las edificaciones para los niveles de estudio (Fase 1 y 2).



El costo total de la edificación en todos los niveles para el perfil D en esta nueva fase siempre fue mayor con respecto a las edificaciones diseñadas para el perfil C y además este costo siempre fue menor con respecto al perfil D en la fase 1. Se evidencia también que la diferencia entre costos se iba haciendo incrementando a medida que aumenta el número de niveles. Ver Ilustración 26.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



5. CONCLUSIONES

Posterior a realizarse los predimensionamientos, las modelaciones en el software ETABS, el análisis de cada uno de los parámetros de diseño y el cálculo del costo de las cantidades de obra, se concluye:

- El tipo de suelo definido en los estudios geotécnicos para un proyecto de construcción de edificios no solo puede determinar la estabilidad de la estructura, también puede llegar a definir la viabilidad económica a la hora de construirlo. Precisamente, para el caso de un proyecto de construcción de un edificio para los distintos pisos de estudio (3, 5, 7 y 10) localizado en una zona de amenaza sísmica baja, la variación de un perfil de suelo Tipo C a un perfil Tipo D genera una modificación considerable en la sección transversal y el acero de refuerzo requerido por los elementos estructurales (vigas y columnas) que se debe tener en cuenta.
- En aspectos de diseño, la magnitud de la aceleración espectral sufre incremento en la medida que el tipo de suelo disminuye sus capacidades, el valor de la aceleración espectral de la estructura estudiada para los niveles de estudio presentó un aumento promedio de 25% para 3 niveles, para 5 niveles presenta un aumento de 32,6%, para 7 niveles un aumento de 33,5% y para 10 niveles un incremento del 32,6%.
- Los costos de construcción de elementos estructurales (vigas, columnas y losas) para un proyecto de edificios de 3, 5, 7 y 10 pisos cimentado sobre un perfil de suelo Tipo C ascienden a una suma aproximada de \$200.713.185, \$344.416.136, \$500.517.323, \$753.797.224, respectivamente. Por su parte, los costos de construcción de los elementos estructurales de la misma estructura cimentada sobre un perfil de suelo Tipo D ascienden a la suma de \$221.077.051, \$388.047.742, \$571.340.574, \$889.121.724 respectivamente.
- La diferencia entre costos de una misma estructura para un perfil C y un perfil D fue de 9% para 3 niveles, 11% para 5 niveles, 12% para 7 niveles y 15% para 10 niveles.
- Debido a la diferencia notoria entre el costo de una misma estructura evaluada en los dos perfiles de suelo de estudio, se decidió por modelar una nueva estructura teniendo como



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



diferencia principal el tipo de concreto utilizado, es decir, ya no se estaría usando un concreto con resistencia a la compresión de 4000 psi seleccionado en la primera fase, sino un concreto de 6000 psi, esto a su vez trajo como principal ventaja de que fue viable la eliminación de columnas para así aligerar un poco la estructura y junto con ello tener una disminución en los volúmenes de concreto. Debido a esto se obtuvo una reducción en los costos de la estructura en el perfil D tanto es así que la variación del costo entre los dos modelos de perfil D fueron de \$8.030.060 para 3 niveles, \$9.485.422 para 5 niveles, \$8.641.834 para 7 niveles y \$29.661.394 para 10 niveles.

- Este cambio en el modelo trajo consigo una reducción significativa del cortante basal puesto de que a medida que el perfil de suelo disminuye sus capacidades la aceleración espectral aumenta, pero este incremento se vio recompensado con la disminución del peso tanto es así que se evidenció una disminución en la diferencia del cortante basal de un perfil y otro de: 5,14% para 3 niveles, 5,93% para 5 niveles, 7,35% para 7 niveles y 11,21% para 10 niveles.
- Las estructuras modeladas cumplieron con todos los requisitos mínimos propuestos por el reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Además de eso, se cumplieron con los objetivos planteados en la propuesta, dando así respuesta a la pregunta de investigación indicada en el planteamiento del problema.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



6. RECOMENDACIONES

Debido a que este estudio se limitó a estudiar el costo de las cantidades de obra de una estructura aporticada para 3, 5, 7 y 10 niveles, si se desea aumentar el número de niveles, se debe utilizar otro método de análisis de diseño ya que el método de la fuerza horizontal equivalente tiene una restricción muy importante que está contemplada en A.3.4.2.1 de la NSR-10 donde el periodo fundamental de una estructura sobre un perfil D no debe ser mayor a dos veces el periodo corto (T_c). Por esta razón si se desea ampliar el estudio de esta investigación se recomienda usar análisis modal espectral.

El cambio de la resistencia a la compresión del concreto utilizado en la fase 2 (6000 psi) trae consigo beneficios adicionales no mencionados pero si son importante tener en cuenta tales como una mayor durabilidad y que en zonas como Cartagena de Indias que por estar ubicada en zona costera marítima posee un ambiente con alta cantidades de sales y cloruros que comprometen mucho a una estructura de concreto, es por ello que un concreto con mayor cantidad de cemento como lo es el de 6000 psi puede ayudar a proteger a la armadura del acero brindándole un recubrimiento menos poroso. Este beneficio puede servir para hacer un análisis de costo de mantenimiento y de durabilidad de una estructura de concreto en la ciudad de Cartagena.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada Mastradoménico, A. M., Barrera Díaz, M. A., & De Sales Vergara, K. E. (2013). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO PARA UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, SEGÚN LAS NORMAS COLOMBIANAS DE SISMORESISTENCIA NSR*. Barranquilla, Atlantico, Colombia: Corporación Universitaria de la Costa.
- ANADISEC. (18 de Octubre de 2016). *ANADISEC*. Obtenido de Análisis, diseño y Supervisión de Estructuras y Cimentaciones : <http://www.anadise.com/disen.html>
- Antigua, M. (8 de Enero de 2013). *Las Estructuras de Concreto*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/magnoliaantigua/las-estructuras-de-concreto>
- Barboza Miranda, G. (2016). *Estudio geotecnico para la construcción de una edificación de (15) niveles en el Barrio la providencia, distrito de Cartagena*. Cartagena de Indias.
- Barboza, G. (2015). *Estudio Geotécnico para la construcción de una edificación de diecisiete (17) niveles con sótano, en el distrito de Cartagena*. Cartagena.
- Campos Herrera, D. F., & Chávez Suárez, D. O. (2014). *VARIACIÓN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SUS COSTOS DIRECTOS EN UN EDIFICIO CONVENCIONAL DE 5 PISOS CON LAS ALTERNATIVAS DE TECHO VERDE REGULADOS POR LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Carrillo Cubillas, M. M. (2004). *Paquete de Cálculo de Diseño de Columnas de Concreto Reforzado*. San Pedro Cholula, Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- COLCIENCIAS. (8 de Marzo de 2010). *Universidad Industrial de Santander (UIS)*. Obtenido de Guía para la ejecución técnica, administrativa y financiera de los proyectos financiados con recursos de COLCIENCIAS: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/guiaInformesColciencias.pdf>



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



- Díaz Mendoza, C. (2010). *Caracterización geológica y geotécnica de Cartagena y áreas de influencia*. Cartagena de Indias.
- Durán, E. J. (2011). *Organización de obras*. Obtenido de Cantidades de obra: <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>
- García, L. E. (2014). Desarrollo de la normativa sísmo resistente colombiana en los 30 años desde su primera expedición. *DOSSIER*, 71-77.
- Gómez, F. (2013). Diseño directo basado en desplazamientos aplicado a pilas de puentes. *Concreto y Cemento: Investigación y Desarrollo*.
- Instituto Colombiano de Geología y Minería. (2006). *MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- Instituto de Políticas Públicas Regionales y de Gobierno. (2010). *Diagnóstico del Distrito de Cartagena en Materia de Ordenamiento Territorial*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Minga Seminario, M. A., Sigcha Sigcha, L. A., & Villavicencio Fernández, P. A. (2012). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y EFICIENCIA DE EDIFICIOS EN DIFERENTES MATERIALES DE ACUERDO A LAS VARIABLES: NUMERO DE PISOS Y LUCES ENTRE COLUMNAS*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sísmo Resistente*. Bogotá.
- Morales, R. F. (2002). *Diseño Sísmo Resistente*. Obtenido de Universidad de Mendoza: <http://www.um.edu.ar/um/fau/estructura5-anterior/ESTRUCTURAS%201.htm>
- Ríos Blanco, M. C., & Rodríguez Valle, R. D. (2013). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE ESTRUCTURAS IRREGULARES CON ALTURAS DE 5 A 15 PISOS, DISEÑADAS POR NSR-98 Y NSR-2010*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Sánchez De Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar Editores.



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



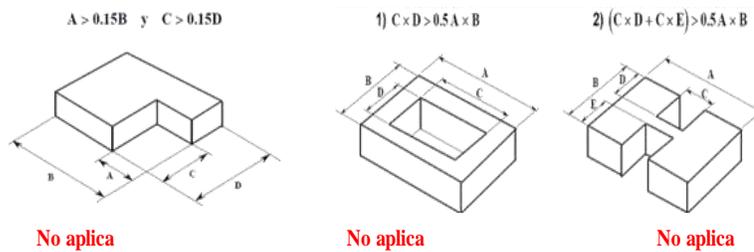
Tena Colunga, A. (2015). *IMPACTO DE LA REDUNDANCIA ESTRUCTURAL EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Uribe, C. (2016). *SCRIBD*. Obtenido de Formato Invias Análisis de precios unitarios: <https://es.scribd.com/doc/310572362/Formato-APU-Invias>

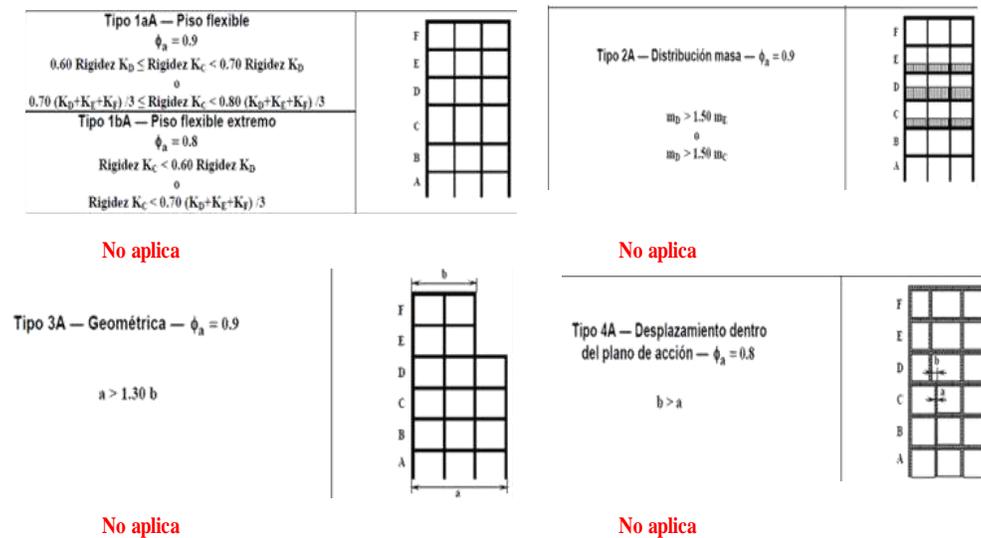
ANEXOS

Ilustración 27. Reducciones en planta, altura y ausencia de redundancia.

Irregularidad en planta



Irregularidad en altura





Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 43. Chequeo de derivas 3 Niveles.

3 NIVELES											
PERFIL C						PERFIL D					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva	1% hpiso		Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% hpiso	
CUB	DERIVA 1	X	0,000309	0,03	OK	CUB	DERIVA 1	X	0,000207	0,03	OK
CUB	DERIVA 2	X	0,000357	0,03	OK	CUB	DERIVA 2	X	0,000228	0,03	OK
CUB	DERIVA 3	X	0,000349	0,03	OK	CUB	DERIVA 3	X	0,000223	0,03	OK
CUB	DERIVA 4	X	0,000349	0,03	OK	CUB	DERIVA 4	X	0,000223	0,03	OK
CUB	DERIVA 5	X	0,000363	0,03	OK	CUB	DERIVA 5	X	0,000229	0,03	OK
CUB	DERIVA 6	X	0,000327	0,03	OK	CUB	DERIVA 6	X	0,000214	0,03	OK
CUB	DERIVA 8	X	0,011713	0,03	OK	CUB	DERIVA 8	X	0,014265	0,03	OK
CUB	DERIVA 9	Y	0,013447	0,03	OK	CUB	DERIVA 9	Y	0,014106	0,03	OK
CUB	DERIVA 10	X	0,000311	0,03	OK	CUB	DERIVA 10	X	0,000208	0,03	OK
CUB	DERIVA 11	X	0,000311	0,03	OK	CUB	DERIVA 11	X	0,000208	0,03	OK
CUB	DERIVA 12	X	0,01168	0,03	OK	CUB	DERIVA 12	X	0,014259	0,03	OK
CUB	DERIVA 13	Y	0,013447	0,03	OK	CUB	DERIVA 13	Y	0,014102	0,03	OK
P3	DERIVA 1	X	0,000286	0,03	OK	P3	DERIVA 1	X	0,000186	0,03	OK
P3	DERIVA 2	X	0,000336	0,03	OK	P3	DERIVA 2	X	0,000201	0,03	OK
P3	DERIVA 3	X	0,000284	0,03	OK	P3	DERIVA 3	X	0,000191	0,03	OK
P3	DERIVA 4	X	0,000284	0,03	OK	P3	DERIVA 4	X	0,000191	0,03	OK
P3	DERIVA 5	X	0,000302	0,03	OK	P3	DERIVA 5	X	0,000196	0,03	OK
P3	DERIVA 6	X	0,000295	0,03	OK	P3	DERIVA 6	X	0,00019	0,03	OK
P3	DERIVA 8	X	0,021834	0,03	OK	P3	DERIVA 8	X	0,026643	0,03	OK
P3	DERIVA 9	Y	0,025556	0,03	OK	P3	DERIVA 9	Y	0,026565	0,03	OK
P3	DERIVA 10	X	0,0003	0,03	OK	P3	DERIVA 10	X	0,000188	0,03	OK
P3	DERIVA 11	X	0,0003	0,03	OK	P3	DERIVA 11	X	0,000188	0,03	OK
P3	DERIVA 12	X	0,021796	0,03	OK	P3	DERIVA 12	X	0,026648	0,03	OK
P3	DERIVA 13	Y	0,025557	0,03	OK	P3	DERIVA 13	Y	0,026556	0,03	OK
P2	DERIVA 1	X	0,000134	0,03	OK	P2	DERIVA 1	X	0,000079	0,03	OK
P2	DERIVA 2	X	0,000157	0,03	OK	P2	DERIVA 2	X	0,000084	0,03	OK
P2	DERIVA 3	X	0,000131	0,03	OK	P2	DERIVA 2	Y	0,000047	0,03	OK
P2	DERIVA 4	X	0,000131	0,03	OK	P2	DERIVA 3	X	0,000079	0,03	OK
P2	DERIVA 5	X	0,00014	0,03	OK	P2	DERIVA 4	X	0,000079	0,03	OK
P2	DERIVA 6	X	0,000138	0,03	OK	P2	DERIVA 5	X	0,000081	0,03	OK
P2	DERIVA 8	X	0,023061	0,03	OK	P2	DERIVA 5	Y	0,000038	0,03	OK
P2	DERIVA 9	Y	0,027776	0,03	OK	P2	DERIVA 6	X	0,00008	0,03	OK
P2	DERIVA 10	X	0,000141	0,03	OK	P2	DERIVA 8	X	0,027478	0,03	OK
P2	DERIVA 11	X	0,000141	0,03	OK	P2	DERIVA 9	Y	0,028603	0,03	OK
P2	DERIVA 12	X	0,023044	0,03	OK	P2	DERIVA 10	X	0,00008	0,03	OK
P2	DERIVA 13	Y	0,027777	0,03	OK	P2	DERIVA 10	Y	0,000039	0,03	OK
						P2	DERIVA 11	X	0,00008	0,03	OK
						P2	DERIVA 11	Y	0,000039	0,03	OK
						P2	DERIVA 12	X	0,027481	0,03	OK
						P2	DERIVA 13	Y	0,028599	0,03	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 44. Chequeo de derivas 5 Niveles.

5 NIVELES											
PERFIL C						PERFIL D					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% hpiso	Cumple o no	Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% hpiso	Cumple o no
CUB	DERIVA1	X	0,000389	0,03	OK	CUB	DERIVA1	X	0,000219	0,03	OK
CUB	DERIVA2	X	0,000464	0,03	OK	CUB	DERIVA1	Y	0,000047	0,03	OK
CUB	DERIVA3	X	0,000427	0,03	OK	CUB	DERIVA2	X	0,000253	0,03	OK
CUB	DERIVA4	X	0,000427	0,03	OK	CUB	DERIVA2	Y	0,00006	0,03	OK
CUB	DERIVA5	X	0,000451	0,03	OK	CUB	DERIVA3	X	0,000223	0,03	OK
CUB	DERIVA6	X	0,000411	0,03	OK	CUB	DERIVA3	Y	0,000047	0,03	OK
CUB	DERIVA8	X	0,007263	0,03	OK	CUB	DERIVA4	X	0,000223	0,03	OK
CUB	DERIVA9	Y	0,007691	0,03	OK	CUB	DERIVA4	Y	0,000047	0,03	OK
CUB	DERIVA10	X	0,000398	0,03	OK	CUB	DERIVA5	X	0,000234	0,03	OK
CUB	DERIVA11	X	0,000398	0,03	OK	CUB	DERIVA5	Y	0,00005	0,03	OK
CUB	DERIVA12	X	0,00721	0,03	OK	CUB	DERIVA6	X	0,000226	0,03	OK
CUB	DERIVA13	Y	0,007691	0,03	OK	CUB	DERIVA6	Y	0,000049	0,03	OK
P5	DERIVA1	X	0,000384	0,03	OK	CUB	DERIVA8	X	0,009604	0,03	OK
P5	DERIVA2	X	0,000467	0,03	OK	CUB	DERIVA9	Y	0,008933	0,03	OK
P5	DERIVA3	X	0,000379	0,03	OK	CUB	DERIVA10	X	0,000227	0,03	OK
P5	DERIVA4	X	0,000379	0,03	OK	CUB	DERIVA10	Y	0,000051	0,03	OK
P5	DERIVA5	X	0,00041	0,03	OK	CUB	DERIVA11	X	0,000227	0,03	OK
P5	DERIVA6	X	0,000399	0,03	OK	CUB	DERIVA11	Y	0,000051	0,03	OK
P5	DERIVA8	X	0,014103	0,03	OK	CUB	DERIVA12	X	0,009579	0,03	OK
P5	DERIVA9	Y	0,015243	0,03	OK	CUB	DERIVA13	Y	0,008943	0,03	OK
P5	DERIVA10	X	0,000406	0,03	OK	P5	DERIVA1	X	0,00023	0,03	OK
P5	DERIVA11	X	0,000406	0,03	OK	P5	DERIVA1	Y	0,000049	0,03	OK
P5	DERIVA12	X	0,014041	0,03	OK	P5	DERIVA2	X	0,000265	0,03	OK
P5	DERIVA13	Y	0,015244	0,03	OK	P5	DERIVA2	Y	0,000061	0,03	OK
P4	DERIVA1	X	0,00036	0,03	OK	P5	DERIVA3	X	0,000237	0,03	OK
P4	DERIVA2	X	0,000438	0,03	OK	P5	DERIVA3	Y	0,000054	0,03	OK
P4	DERIVA3	X	0,00035	0,03	OK	P5	DERIVA4	X	0,000237	0,03	OK
P4	DERIVA4	X	0,00035	0,03	OK	P5	DERIVA4	Y	0,000054	0,03	OK
P4	DERIVA5	X	0,000379	0,03	OK	P5	DERIVA5	X	0,000249	0,03	OK
P4	DERIVA6	X	0,000373	0,03	OK	P5	DERIVA5	Y	0,000057	0,03	OK
P4	DERIVA8	X	0,019221	0,03	OK	P5	DERIVA6	X	0,000238	0,03	OK
P4	DERIVA9	Y	0,020755	0,03	OK	P5	DERIVA6	Y	0,000052	0,03	OK
P4	DERIVA10	X	0,000382	0,03	OK	P5	DERIVA8	X	0,018587	0,03	OK
P4	DERIVA11	X	0,000382	0,03	OK	P5	DERIVA9	Y	0,017459	0,03	OK
P4	DERIVA12	X	0,019162	0,03	OK	P5	DERIVA10	X	0,000237	0,03	OK
P4	DERIVA13	Y	0,020755	0,03	OK	P5	DERIVA10	Y	0,000051	0,03	OK
P3	DERIVA1	X	0,000314	0,03	OK	P5	DERIVA11	X	0,000237	0,03	OK
P3	DERIVA2	X	0,000379	0,03	OK	P5	DERIVA11	Y	0,000051	0,03	OK
P3	DERIVA3	X	0,000303	0,03	OK	P5	DERIVA12	X	0,018561	0,03	OK
P3	DERIVA4	X	0,000303	0,03	OK	P5	DERIVA13	Y	0,017467	0,03	OK
P3	DERIVA5	X	0,000328	0,03	OK	P4	DERIVA1	X	0,000215	0,03	OK
P3	DERIVA6	X	0,000324	0,03	OK	P4	DERIVA1	Y	0,000037	0,03	OK
P3	DERIVA8	X	0,022167	0,03	OK	P4	DERIVA2	X	0,000248	0,03	OK
P3	DERIVA9	Y	0,02404	0,03	OK	P4	DERIVA2	Y	0,000046	0,03	OK
P3	DERIVA10	X	0,000333	0,03	OK	P4	DERIVA3	X	0,000212	0,03	OK
P3	DERIVA11	X	0,000333	0,03	OK	P4	DERIVA3	Y	0,000039	0,03	OK
P3	DERIVA12	X	0,022117	0,03	OK	P4	DERIVA4	X	0,000212	0,03	OK
P3	DERIVA13	Y	0,024041	0,03	OK	P4	DERIVA4	Y	0,000039	0,03	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporcada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P2	DERIVA1	X	0,000142	0,03	OK	P4	DERIVA5	X	0,000224	0,03	OK
P2	DERIVA2	X	0,00017	0,03	OK	P4	DERIVA5	Y	0,000042	0,03	OK
P2	DERIVA3	X	0,000137	0,03	OK	P4	DERIVA6	X	0,000221	0,03	OK
P2	DERIVA4	X	0,000137	0,03	OK	P4	DERIVA6	Y	0,000039	0,03	OK
P2	DERIVA5	X	0,000148	0,03	OK	P4	DERIVA8	X	0,025519	0,03	OK
P2	DERIVA6	X	0,000146	0,03	OK	P4	DERIVA9	Y	0,02379	0,03	OK
P2	DERIVA8	X	0,018367	0,03	OK	P4	DERIVA10	X	0,000224	0,03	OK
P2	DERIVA9	Y	0,020997	0,03	OK	P4	DERIVA10	Y	0,000039	0,03	OK
P2	DERIVA10	X	0,00015	0,03	OK	P4	DERIVA11	X	0,000224	0,03	OK
P2	DERIVA11	X	0,00015	0,03	OK	P4	DERIVA11	Y	0,000039	0,03	OK
P2	DERIVA12	X	0,018345	0,03	OK	P4	DERIVA12	X	0,025494	0,03	OK
P2	DERIVA13	Y	0,020998	0,03	OK	P4	DERIVA13	Y	0,023797	0,03	OK
P3	DERIVA1	X	0,000185	0,03	OK						
P3	DERIVA1	Y	0,000035	0,03	OK						
P3	DERIVA2	X	0,000211	0,03	OK						
P3	DERIVA2	Y	0,000045	0,03	OK						
P3	DERIVA3	X	0,000181	0,03	OK						
P3	DERIVA3	Y	0,000033	0,03	OK						
P3	DERIVA4	X	0,000181	0,03	OK						
P3	DERIVA4	Y	0,000033	0,03	OK						
P3	DERIVA5	X	0,000191	0,03	OK						
P3	DERIVA5	Y	0,000037	0,03	OK						
P3	DERIVA6	X	0,00019	0,03	OK						
P3	DERIVA6	Y	0,000036	0,03	OK						
P3	DERIVA8	X	0,029436	0,03	OK						
P3	DERIVA9	Y	0,027503	0,03	OK						
P3	DERIVA10	X	0,000193	0,03	OK						
P3	DERIVA10	Y	0,000038	0,03	OK						
P3	DERIVA11	X	0,000193	0,03	OK						
P3	DERIVA11	Y	0,000038	0,03	OK						
P3	DERIVA12	X	0,02942	0,03	OK						
P3	DERIVA13	Y	0,027507	0,03	OK						
P2	DERIVA1	X	0,00008	0,03	OK						
P2	DERIVA1	Y	0,000018	0,03	OK						
P2	DERIVA2	X	0,000089	0,03	OK						
P2	DERIVA2	Y	0,000023	0,03	OK						
P2	DERIVA3	X	0,000079	0,03	OK						
P2	DERIVA3	Y	0,000017	0,03	OK						
P2	DERIVA4	X	0,000079	0,03	OK						
P2	DERIVA4	Y	0,000017	0,03	OK						
P2	DERIVA5	X	0,000082	0,03	OK						
P2	DERIVA5	Y	0,000019	0,03	OK						
P2	DERIVA6	X	0,000082	0,03	OK						
P2	DERIVA6	Y	0,000019	0,03	OK						
P2	DERIVA8	X	0,02314	0,03	OK						
P2	DERIVA9	Y	0,023345	0,03	OK						
P2	DERIVA10	X	0,000083	0,03	OK						
P2	DERIVA10	Y	0,00002	0,03	OK						
P2	DERIVA11	X	0,000083	0,03	OK						
P2	DERIVA11	Y	0,00002	0,03	OK						
P2	DERIVA12	X	0,023134	0,03	OK						
P2	DERIVA13	Y	0,023346	0,03	OK						



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 45. Chequeo de derivas 7 Niveles

7 NIVELES											
PERFIL C						PERFIL D					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% h piso	Cumple o no	Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% h piso	Cumple o no
CUB	DERIVA1	X	0,000405	0,03	OK	CUB	DERIVA1	X	0,000405	0,03	OK
CUB	DERIVA2	X	0,00049	0,03	OK	CUB	DERIVA2	X	0,00049	0,03	OK
CUB	DERIVA3	X	0,000442	0,03	OK	CUB	DERIVA3	X	0,000442	0,03	OK
CUB	DERIVA4	X	0,000442	0,03	OK	CUB	DERIVA4	X	0,000442	0,03	OK
CUB	DERIVA5	X	0,00047	0,03	OK	CUB	DERIVA5	X	0,00047	0,03	OK
CUB	DERIVA6	X	0,000429	0,03	OK	CUB	DERIVA6	X	0,000429	0,03	OK
CUB	DERIVA8	X	0,003138	0,03	OK	CUB	DERIVA8	X	0,004461	0,03	OK
CUB	DERIVA9	X	0,000846	0,03	OK	CUB	DERIVA9	X	0,001059	0,03	OK
CUB	DERIVA9	Y	0,002854	0,03	OK	CUB	DERIVA9	Y	0,004244	0,03	OK
CUB	DERIVA10	X	0,000418	0,03	OK	CUB	DERIVA10	X	0,000418	0,03	OK
CUB	DERIVA11	X	0,000418	0,03	OK	CUB	DERIVA11	X	0,000418	0,03	OK
CUB	DERIVA12	X	0,003078	0,03	OK	CUB	DERIVA12	X	0,0044	0,03	OK
CUB	DERIVA13	X	0,000786	0,03	OK	CUB	DERIVA13	X	0,001	0,03	OK
CUB	DERIVA13	Y	0,002854	0,03	OK	CUB	DERIVA13	Y	0,004244	0,03	OK
P7	DERIVA1	X	0,000414	0,03	OK	P7	DERIVA1	X	0,000414	0,03	OK
P7	DERIVA2	X	0,000512	0,03	OK	P7	DERIVA2	X	0,000512	0,03	OK
P7	DERIVA3	X	0,000411	0,03	OK	P7	DERIVA3	X	0,000411	0,03	OK
P7	DERIVA4	X	0,000411	0,03	OK	P7	DERIVA4	X	0,000411	0,03	OK
P7	DERIVA5	X	0,000447	0,03	OK	P7	DERIVA5	X	0,000447	0,03	OK
P7	DERIVA6	X	0,000432	0,03	OK	P7	DERIVA6	X	0,000432	0,03	OK
P7	DERIVA8	X	0,00362	0,03	OK	P7	DERIVA8	X	0,00517	0,03	OK
P7	DERIVA9	X	0,000915	0,03	OK	P7	DERIVA9	X	0,001155	0,03	OK
P7	DERIVA9	Y	0,003186	0,03	OK	P7	DERIVA9	Y	0,004739	0,03	OK
P7	DERIVA10	X	0,00044	0,03	OK	P7	DERIVA10	X	0,00044	0,03	OK
P7	DERIVA11	X	0,00044	0,03	OK	P7	DERIVA11	X	0,00044	0,03	OK
P7	DERIVA12	X	0,003547	0,03	OK	P7	DERIVA12	X	0,005097	0,03	OK
P7	DERIVA13	X	0,000843	0,03	OK	P7	DERIVA13	Y	0,004739	0,03	OK
P7	DERIVA13	Y	0,003186	0,03	OK	P6	DERIVA1	X	0,000402	0,03	OK
P6	DERIVA1	X	0,000402	0,03	OK	P6	DERIVA2	X	0,000499	0,03	OK
P6	DERIVA2	X	0,000499	0,03	OK	P6	DERIVA3	X	0,000388	0,03	OK
P6	DERIVA3	X	0,000388	0,03	OK	P6	DERIVA4	X	0,000388	0,03	OK
P6	DERIVA4	X	0,000388	0,03	OK	P6	DERIVA5	X	0,000425	0,03	OK
P6	DERIVA5	X	0,000425	0,03	OK	P6	DERIVA6	X	0,000418	0,03	OK
P6	DERIVA6	X	0,000418	0,03	OK	P6	DERIVA8	X	0,005814	0,03	OK
P6	DERIVA8	X	0,004043	0,03	OK	P6	DERIVA9	X	0,001208	0,03	OK
P6	DERIVA9	X	0,000947	0,03	OK	P6	DERIVA9	Y	0,005131	0,03	OK
P6	DERIVA9	Y	0,003445	0,03	OK	P6	DERIVA10	X	0,000431	0,03	OK
P6	DERIVA10	X	0,00043	0,03	OK	P6	DERIVA11	X	0,000431	0,03	OK
P6	DERIVA11	X	0,00043	0,03	OK	P6	DERIVA12	X	0,00574	0,03	OK
P6	DERIVA12	X	0,00397	0,03	OK	P6	DERIVA13	Y	0,005131	0,03	OK
P6	DERIVA13	X	0,000874	0,03	OK	P5	DERIVA1	X	0,000381	0,03	OK
P6	DERIVA13	Y	0,003446	0,03	OK	P5	DERIVA2	X	0,000473	0,03	OK
P5	DERIVA1	X	0,000381	0,03	OK	P5	DERIVA3	X	0,000366	0,03	OK
P5	DERIVA2	X	0,000473	0,03	OK	P5	DERIVA4	X	0,000366	0,03	OK
P5	DERIVA3	X	0,000366	0,03	OK	P5	DERIVA5	X	0,000401	0,03	OK
P5	DERIVA4	X	0,000366	0,03	OK	P5	DERIVA6	X	0,000396	0,03	OK
P5	DERIVA5	X	0,000401	0,03	OK	P5	DERIVA8	X	0,008217	0,03	OK
P5	DERIVA6	X	0,000396	0,03	OK	P5	DERIVA9	Y	0,00748	0,03	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P5	DERIVA 8	X	0,005625	0,03	OK	P5	DERIVA 10	X	0,000409	0,03	OK
P5	DERIVA 9	X	0,001179	0,03	OK	P5	DERIVA 11	X	0,000409	0,03	OK
P5	DERIVA 9	Y	0,004999	0,03	OK	P5	DERIVA 12	X	0,008148	0,03	OK
P5	DERIVA 10	X	0,000409	0,03	OK	P5	DERIVA 13	Y	0,00748	0,03	OK
P5	DERIVA 11	X	0,000409	0,03	OK	P4	DERIVA 1	X	0,000352	0,03	OK
P5	DERIVA 12	X	0,005556	0,03	OK	P4	DERIVA 2	X	0,000435	0,03	OK
P5	DERIVA 13	Y	0,004999	0,03	OK	P4	DERIVA 3	X	0,000336	0,03	OK
P4	DERIVA 1	X	0,000352	0,03	OK	P4	DERIVA 4	X	0,000336	0,03	OK
P4	DERIVA 2	X	0,000435	0,03	OK	P4	DERIVA 5	X	0,000368	0,03	OK
P4	DERIVA 3	X	0,000336	0,03	OK	P4	DERIVA 6	X	0,000365	0,03	OK
P4	DERIVA 4	X	0,000336	0,03	OK	P4	DERIVA 8	X	0,010272	0,03	OK
P4	DERIVA 5	X	0,000368	0,03	OK	P4	DERIVA 9	Y	0,009377	0,03	OK
P4	DERIVA 6	X	0,000365	0,03	OK	P4	DERIVA 10	X	0,000377	0,03	OK
P4	DERIVA 8	X	0,006964	0,03	OK	P4	DERIVA 11	X	0,000377	0,03	OK
P4	DERIVA 9	Y	0,006243	0,03	OK	P4	DERIVA 12	X	0,010209	0,03	OK
P4	DERIVA 10	X	0,000377	0,03	OK	P4	DERIVA 13	Y	0,009378	0,03	OK
P4	DERIVA 11	X	0,000377	0,03	OK	P3	DERIVA 1	X	0,0003	0,03	OK
P4	DERIVA 12	X	0,006901	0,03	OK	P3	DERIVA 2	X	0,000369	0,03	OK
P4	DERIVA 13	Y	0,006244	0,03	OK	P3	DERIVA 3	X	0,000286	0,03	OK
P3	DERIVA 1	X	0,0003	0,03	OK	P3	DERIVA 4	X	0,000286	0,03	OK
P3	DERIVA 2	X	0,000369	0,03	OK	P3	DERIVA 5	X	0,000313	0,03	OK
P3	DERIVA 3	X	0,000286	0,03	OK	P3	DERIVA 6	X	0,000311	0,03	OK
P3	DERIVA 4	X	0,000286	0,03	OK	P3	DERIVA 8	X	0,011052	0,03	OK
P3	DERIVA 5	X	0,000313	0,03	OK	P3	DERIVA 9	Y	0,010277	0,03	OK
P3	DERIVA 6	X	0,000311	0,03	OK	P3	DERIVA 10	X	0,000321	0,03	OK
P3	DERIVA 8	X	0,007445	0,03	OK	P3	DERIVA 11	X	0,000321	0,03	OK
P3	DERIVA 9	Y	0,006822	0,03	OK	P3	DERIVA 12	X	0,010999	0,03	OK
P3	DERIVA 10	X	0,000321	0,03	OK	P3	DERIVA 13	Y	0,010278	0,03	OK
P3	DERIVA 11	X	0,000321	0,03	OK	P2	DERIVA 1	X	0,000133	0,03	OK
P3	DERIVA 12	X	0,007393	0,03	OK	P2	DERIVA 2	X	0,000163	0,03	OK
P3	DERIVA 13	Y	0,006823	0,03	OK	P2	DERIVA 3	X	0,000127	0,03	OK
P2	DERIVA 1	X	0,000133	0,03	OK	P2	DERIVA 4	X	0,000127	0,03	OK
P2	DERIVA 2	X	0,000163	0,03	OK	P2	DERIVA 5	X	0,000138	0,03	OK
P2	DERIVA 3	X	0,000127	0,03	OK	P2	DERIVA 6	X	0,000137	0,03	OK
P2	DERIVA 4	X	0,000127	0,03	OK	P2	DERIVA 8	X	0,007426	0,03	OK
P2	DERIVA 5	X	0,000138	0,03	OK	P2	DERIVA 9	Y	0,007536	0,03	OK
P2	DERIVA 6	X	0,000137	0,03	OK	P2	DERIVA 10	X	0,000142	0,03	OK
P2	DERIVA 8	X	0,00497	0,03	OK	P2	DERIVA 11	X	0,000142	0,03	OK
P2	DERIVA 9	Y	0,004994	0,03	OK	P2	DERIVA 12	X	0,007403	0,03	OK
P2	DERIVA 10	X	0,000142	0,03	OK	P2	DERIVA 13	Y	0,007537	0,03	OK
P2	DERIVA 11	X	0,000142	0,03	OK						
P2	DERIVA 12	X	0,004948	0,03	OK						
P2	DERIVA 13	Y	0,004994	0,03	OK						



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 46. Chequeo de derivas para 10 Niveles.

10 NIVELES											
PERFIL C						PERFIL D					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% hpiso	Cumple o no	Piso	Combinación	Dirección	Deriva (m)	1% hpiso	Cumple o no
CUB	DERIVA 1	X	0,00047	0,03	OK	CUB	DERIVA 1	X	0,00047	0,03	OK
CUB	DERIVA 2	X	0,000577	0,03	OK	CUB	DERIVA 2	X	0,000577	0,03	OK
CUB	DERIVA 3	X	0,000505	0,03	OK	CUB	DERIVA 3	X	0,000505	0,03	OK
CUB	DERIVA 4	X	0,000505	0,03	OK	CUB	DERIVA 4	X	0,000505	0,03	OK
CUB	DERIVA 5	X	0,000541	0,03	OK	CUB	DERIVA 5	X	0,000541	0,03	OK
CUB	DERIVA 6	X	0,000498	0,03	OK	CUB	DERIVA 6	X	0,000498	0,03	OK
CUB	DERIVA 8	X	0,00049	0,03	OK	CUB	DERIVA 8	X	0,000495	0,03	OK
CUB	DERIVA 9	X	0,00048	0,03	OK	CUB	DERIVA 9	X	0,000482	0,03	OK
CUB	DERIVA 9	Y	0,000063	0,03	OK	CUB	DERIVA 9	Y	0,000086	0,03	OK
CUB	DERIVA 10	X	0,000488	0,03	OK	CUB	DERIVA 10	X	0,000488	0,03	OK
CUB	DERIVA 11	X	0,000488	0,03	OK	CUB	DERIVA 11	X	0,000488	0,03	OK
CUB	DERIVA 12	X	0,000414	0,03	OK	CUB	DERIVA 12	X	0,000419	0,03	OK
CUB	DERIVA 13	X	0,000404	0,03	OK	CUB	DERIVA 13	X	0,000406	0,03	OK
CUB	DERIVA 13	Y	0,000062	0,03	OK	CUB	DERIVA 13	Y	0,000085	0,03	OK
P10	DERIVA 1	X	0,000465	0,03	OK	P10	DERIVA 1	X	0,000465	0,03	OK
P10	DERIVA 2	X	0,000581	0,03	OK	P10	DERIVA 2	X	0,000581	0,03	OK
P10	DERIVA 3	X	0,000463	0,03	OK	P10	DERIVA 3	X	0,000463	0,03	OK
P10	DERIVA 4	X	0,000463	0,03	OK	P10	DERIVA 4	X	0,000463	0,03	OK
P10	DERIVA 5	X	0,000505	0,03	OK	P10	DERIVA 5	X	0,000505	0,03	OK
P10	DERIVA 6	X	0,000487	0,03	OK	P10	DERIVA 6	X	0,000487	0,03	OK
P10	DERIVA 8	X	0,000492	0,03	OK	P10	DERIVA 8	X	0,000498	0,03	OK
P10	DERIVA 9	X	0,00048	0,03	OK	P10	DERIVA 9	X	0,000483	0,03	OK
P10	DERIVA 9	Y	0,000057	0,03	OK	P10	DERIVA 9	Y	0,000081	0,03	OK
P10	DERIVA 10	X	0,000495	0,03	OK	P10	DERIVA 10	X	0,000495	0,03	OK
P10	DERIVA 11	X	0,000495	0,03	OK	P10	DERIVA 11	X	0,000495	0,03	OK
P10	DERIVA 12	X	0,000406	0,03	OK	P10	DERIVA 12	X	0,000412	0,03	OK
P10	DERIVA 13	X	0,000395	0,03	OK	P10	DERIVA 13	X	0,000398	0,03	OK
P10	DERIVA 13	Y	0,000057	0,03	OK	P10	DERIVA 13	Y	0,000082	0,03	OK
P9	DERIVA 1	X	0,000459	0,03	OK	P9	DERIVA 1	X	0,000459	0,03	OK
P9	DERIVA 2	X	0,000577	0,03	OK	P9	DERIVA 2	X	0,000577	0,03	OK
P9	DERIVA 3	X	0,000443	0,03	OK	P9	DERIVA 3	X	0,000443	0,03	OK
P9	DERIVA 4	X	0,000443	0,03	OK	P9	DERIVA 4	X	0,000443	0,03	OK
P9	DERIVA 5	X	0,000487	0,03	OK	P9	DERIVA 5	X	0,000487	0,03	OK
P9	DERIVA 6	X	0,000479	0,03	OK	P9	DERIVA 6	X	0,000479	0,03	OK
P9	DERIVA 8	X	0,000492	0,03	OK	P9	DERIVA 8	X	0,0005	0,03	OK
P9	DERIVA 9	X	0,000477	0,03	OK	P9	DERIVA 9	X	0,00048	0,03	OK
P9	DERIVA 9	Y	0,000059	0,03	OK	P9	DERIVA 9	Y	0,000085	0,03	OK
P9	DERIVA 10	X	0,000493	0,03	OK	P9	DERIVA 10	X	0,000493	0,03	OK
P9	DERIVA 11	X	0,000493	0,03	OK	P9	DERIVA 11	X	0,000493	0,03	OK
P9	DERIVA 12	X	0,000404	0,03	OK	P9	DERIVA 12	X	0,000411	0,03	OK
P9	DERIVA 13	X	0,00039	0,03	OK	P9	DERIVA 13	X	0,000393	0,03	OK
P9	DERIVA 13	Y	0,000059	0,03	OK	P9	DERIVA 13	Y	0,000085	0,03	OK
P8	DERIVA 1	X	0,000447	0,03	OK	P8	DERIVA 1	X	0,000447	0,03	OK
P8	DERIVA 2	X	0,000562	0,03	OK	P8	DERIVA 2	X	0,000562	0,03	OK
P8	DERIVA 3	X	0,000427	0,03	OK	P8	DERIVA 3	X	0,000427	0,03	OK
P8	DERIVA 4	X	0,000427	0,03	OK	P8	DERIVA 4	X	0,000427	0,03	OK
P8	DERIVA 5	X	0,000471	0,03	OK	P8	DERIVA 5	X	0,000471	0,03	OK
P8	DERIVA 6	X	0,000465	0,03	OK	P8	DERIVA 6	X	0,000465	0,03	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P8	DERIVA8	X	0,000497	0,03	OK	P8	DERIVA8	X	0,000512	0,03	OK
P8	DERIVA9	X	0,000467	0,03	OK	P8	DERIVA9	X	0,00047	0,03	OK
P8	DERIVA9	Y	0,000066	0,03	OK	P8	DERIVA9	Y	0,000095	0,03	OK
P8	DERIVA10	X	0,000481	0,03	OK	P8	DERIVA10	X	0,000481	0,03	OK
P8	DERIVA11	X	0,000481	0,03	OK	P8	DERIVA11	X	0,000481	0,03	OK
P8	DERIVA12	X	0,00041	0,03	OK	P8	DERIVA12	X	0,000426	0,03	OK
P8	DERIVA13	X	0,000381	0,03	OK	P8	DERIVA13	X	0,000384	0,03	OK
P8	DERIVA13	Y	0,000066	0,03	OK	P8	DERIVA13	Y	0,000095	0,03	OK
P7	DERIVA1	X	0,000431	0,03	OK	P7	DERIVA1	X	0,000431	0,03	OK
P7	DERIVA2	X	0,00054	0,03	OK	P7	DERIVA2	X	0,00054	0,03	OK
P7	DERIVA3	X	0,00041	0,03	OK	P7	DERIVA3	X	0,00041	0,03	OK
P7	DERIVA4	X	0,00041	0,03	OK	P7	DERIVA4	X	0,00041	0,03	OK
P7	DERIVA5	X	0,000452	0,03	OK	P7	DERIVA5	X	0,000452	0,03	OK
P7	DERIVA6	X	0,000448	0,03	OK	P7	DERIVA6	X	0,000448	0,03	OK
P7	DERIVA8	X	0,00055	0,03	OK	P7	DERIVA8	X	0,000597	0,03	OK
P7	DERIVA9	X	0,000455	0,03	OK	P7	DERIVA9	X	0,00046	0,03	OK
P7	DERIVA9	Y	0,0001	0,03	OK	P7	DERIVA9	Y	0,000144	0,03	OK
P7	DERIVA10	X	0,000463	0,03	OK	P7	DERIVA10	X	0,000463	0,03	OK
P7	DERIVA11	X	0,000463	0,03	OK	P7	DERIVA11	X	0,000463	0,03	OK
P7	DERIVA12	X	0,000467	0,03	OK	P7	DERIVA12	X	0,000514	0,03	OK
P7	DERIVA13	X	0,000373	0,03	OK	P7	DERIVA13	X	0,000378	0,03	OK
P7	DERIVA13	Y	0,0001	0,03	OK	P7	DERIVA13	Y	0,000144	0,03	OK
P6	DERIVA1	X	0,000409	0,03	OK	P6	DERIVA1	X	0,000409	0,03	OK
P6	DERIVA2	X	0,000513	0,03	OK	P6	DERIVA2	X	0,000513	0,03	OK
P6	DERIVA3	X	0,000389	0,03	OK	P6	DERIVA3	X	0,000389	0,03	OK
P6	DERIVA4	X	0,000389	0,03	OK	P6	DERIVA4	X	0,000389	0,03	OK
P6	DERIVA5	X	0,000429	0,03	OK	P6	DERIVA5	X	0,000429	0,03	OK
P6	DERIVA6	X	0,000425	0,03	OK	P6	DERIVA6	X	0,000425	0,03	OK
P6	DERIVA8	X	0,000821	0,03	OK	P6	DERIVA8	X	0,000997	0,03	OK
P6	DERIVA9	X	0,000466	0,03	OK	P6	DERIVA9	X	0,000486	0,03	OK
P6	DERIVA9	Y	0,000312	0,03	OK	P6	DERIVA9	Y	0,000451	0,03	OK
P6	DERIVA10	X	0,000441	0,03	OK	P6	DERIVA10	X	0,000441	0,03	OK
P6	DERIVA11	X	0,000441	0,03	OK	P6	DERIVA11	X	0,000441	0,03	OK
P6	DERIVA12	X	0,000742	0,03	OK	P6	DERIVA12	X	0,000919	0,03	OK
P6	DERIVA13	X	0,000388	0,03	OK	P6	DERIVA13	X	0,000408	0,03	OK
P6	DERIVA13	Y	0,000312	0,03	OK	P6	DERIVA13	Y	0,000451	0,03	OK
P5	DERIVA1	X	0,000382	0,03	OK	P5	DERIVA1	X	0,000382	0,03	OK
P5	DERIVA2	X	0,000477	0,03	OK	P5	DERIVA2	X	0,000477	0,03	OK
P5	DERIVA3	X	0,000362	0,03	OK	P5	DERIVA3	X	0,000362	0,03	OK
P5	DERIVA4	X	0,000362	0,03	OK	P5	DERIVA4	X	0,000362	0,03	OK
P5	DERIVA5	X	0,000399	0,03	OK	P5	DERIVA5	X	0,000399	0,03	OK
P5	DERIVA6	X	0,000396	0,03	OK	P5	DERIVA6	X	0,000396	0,03	OK
P5	DERIVA8	X	0,001602	0,03	OK	P5	DERIVA8	X	0,00214	0,03	OK
P5	DERIVA9	X	0,000564	0,03	OK	P5	DERIVA9	X	0,00064	0,03	OK
P5	DERIVA9	Y	0,001107	0,03	OK	P5	DERIVA9	Y	0,001602	0,03	OK
P5	DERIVA10	X	0,000411	0,03	OK	P5	DERIVA10	X	0,000411	0,03	OK
P5	DERIVA11	X	0,000411	0,03	OK	P5	DERIVA11	X	0,000411	0,03	OK
P5	DERIVA12	X	0,001529	0,03	OK	P5	DERIVA12	X	0,002067	0,03	OK
P5	DERIVA13	X	0,000492	0,03	OK	P5	DERIVA13	X	0,000568	0,03	OK
P5	DERIVA13	Y	0,001108	0,03	OK	P5	DERIVA13	Y	0,001603	0,03	OK
P4	DERIVA1	X	0,000345	0,03	OK	P4	DERIVA1	X	0,000345	0,03	OK
P4	DERIVA2	X	0,00043	0,03	OK	P4	DERIVA2	X	0,00043	0,03	OK
P4	DERIVA3	X	0,000327	0,03	OK	P4	DERIVA3	X	0,000327	0,03	OK
P4	DERIVA4	X	0,000327	0,03	OK	P4	DERIVA4	X	0,000327	0,03	OK
P4	DERIVA5	X	0,00036	0,03	OK	P4	DERIVA5	X	0,00036	0,03	OK
P4	DERIVA6	X	0,000358	0,03	OK	P4	DERIVA6	X	0,000358	0,03	OK
P4	DERIVA8	X	0,002261	0,03	OK	P4	DERIVA8	X	0,003117	0,03	OK
P4	DERIVA9	X	0,000631	0,03	OK	P4	DERIVA9	X	0,000756	0,03	OK
P4	DERIVA9	Y	0,001771	0,03	OK	P4	DERIVA9	Y	0,002572	0,03	OK
P4	DERIVA10	X	0,000371	0,03	OK	P4	DERIVA10	X	0,000371	0,03	OK
P4	DERIVA11	X	0,000371	0,03	OK	P4	DERIVA11	X	0,000371	0,03	OK
P4	DERIVA12	X	0,002196	0,03	OK	P4	DERIVA12	X	0,003053	0,03	OK

M.

Rangel M.

107

M. Vukajane



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P4	DERIVA13	X	0,000567	0,03	OK	P4	DERIVA13	X	0,000691	0,03	OK
P4	DERIVA13	Y	0,001771	0,03	OK	P4	DERIVA13	Y	0,002572	0,03	OK
P3	DERIVA1	X	0,000281	0,03	OK	P3	DERIVA1	X	0,000281	0,03	OK
P3	DERIVA2	X	0,000348	0,03	OK	P3	DERIVA2	X	0,000348	0,03	OK
P3	DERIVA3	X	0,000266	0,03	OK	P3	DERIVA3	X	0,000266	0,03	OK
P3	DERIVA4	X	0,000266	0,03	OK	P3	DERIVA4	X	0,000266	0,03	OK
P3	DERIVA5	X	0,000292	0,03	OK	P3	DERIVA5	X	0,000292	0,03	OK
P3	DERIVA6	X	0,000291	0,03	OK	P3	DERIVA6	X	0,000291	0,03	OK
P3	DERIVA8	X	0,002415	0,03	OK	P3	DERIVA8	X	0,00338	0,03	OK
P3	DERIVA9	X	0,00061	0,03	OK	P3	DERIVA9	X	0,000756	0,03	OK
P3	DERIVA9	Y	0,002042	0,03	OK	P3	DERIVA9	Y	0,002975	0,03	OK
P3	DERIVA10	X	0,000302	0,03	OK	P3	DERIVA10	X	0,000302	0,03	OK
P3	DERIVA11	X	0,000302	0,03	OK	P3	DERIVA11	X	0,000302	0,03	OK
P3	DERIVA12	X	0,002364	0,03	OK	P3	DERIVA12	X	0,003329	0,03	OK
P3	DERIVA13	X	0,000558	0,03	OK	P3	DERIVA13	X	0,000704	0,03	OK
P3	DERIVA13	Y	0,002042	0,03	OK	P3	DERIVA13	Y	0,002975	0,03	OK
P2	DERIVA1	X	0,000119	0,03	OK	P2	DERIVA1	X	0,000119	0,03	OK
P2	DERIVA2	X	0,000147	0,03	OK	P2	DERIVA2	X	0,000147	0,03	OK
P2	DERIVA3	X	0,000113	0,03	OK	P2	DERIVA3	X	0,000113	0,03	OK
P2	DERIVA4	X	0,000113	0,03	OK	P2	DERIVA4	X	0,000113	0,03	OK
P2	DERIVA5	X	0,000124	0,03	OK	P2	DERIVA5	X	0,000124	0,03	OK
P2	DERIVA6	X	0,000123	0,03	OK	P2	DERIVA6	X	0,000123	0,03	OK
P2	DERIVA8	X	0,001392	0,03	OK	P2	DERIVA8	X	0,001972	0,03	OK
P2	DERIVA9	X	0,000278	0,03	OK	P2	DERIVA9	Y	0,001932	0,03	OK
P2	DERIVA9	Y	0,001323	0,03	OK	P2	DERIVA10	X	0,000128	0,03	OK
P2	DERIVA10	X	0,000128	0,03	OK	P2	DERIVA11	X	0,000128	0,03	OK
P2	DERIVA11	X	0,000128	0,03	OK	P2	DERIVA12	X	0,00195	0,03	OK
P2	DERIVA12	X	0,00137	0,03	OK	P2	DERIVA13	Y	0,001932	0,03	OK
P2	DERIVA13	X	0,000256	0,03	OK						
P2	DERIVA13	Y	0,001323	0,03	OK						



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 47. Chequeo de derivas para 3 niveles (Fase 2).

3 NIVELES					
Story	Combinación	Dirección	Deriva	1% h piso	
CUB	DERIVA 1	X	0,000309	0,000103	OK
CUB	DERIVA 1	Y	0,000063	0,000021	OK
CUB	DERIVA 2	X	0,000362	0,000120667	OK
CUB	DERIVA 2	Y	0,00008	2,66667E-05	OK
CUB	DERIVA 3	X	0,00035	0,000116667	OK
CUB	DERIVA 3	Y	0,000091	3,03333E-05	OK
CUB	DERIVA 4	X	0,00035	0,000116667	OK
CUB	DERIVA 4	Y	0,000091	3,03333E-05	OK
CUB	DERIVA 5	X	0,000365	0,000121667	OK
CUB	DERIVA 5	Y	0,000094	3,13333E-05	OK
CUB	DERIVA 6	X	0,000328	0,000109333	OK
CUB	DERIVA 6	Y	0,000072	0,000024	OK
CUB	DERIVA 8	X	0,008615	0,002871667	OK
CUB	DERIVA 9	Y	0,00994	0,003313333	OK
CUB	DERIVA 10	X	0,000312	0,000104	OK
CUB	DERIVA 10	Y	0,000061	2,03333E-05	OK
CUB	DERIVA 11	X	0,000312	0,000104	OK
CUB	DERIVA 11	Y	0,000061	2,03333E-05	OK
CUB	DERIVA 12	X	0,008582	0,002860667	OK
CUB	DERIVA 13	Y	0,00993	0,00331	OK
P3	DERIVA 1	X	0,000292	9,73333E-05	OK
P3	DERIVA 1	Y	0,000078	0,000026	OK
P3	DERIVA 2	X	0,000347	0,000115667	OK
P3	DERIVA 3	X	0,000287	9,56667E-05	OK
P3	DERIVA 3	Y	0,000076	2,53333E-05	OK
P3	DERIVA 4	X	0,000287	9,56667E-05	OK
P3	DERIVA 4	Y	0,000076	2,53333E-05	OK
P3	DERIVA 5	X	0,000307	0,000102333	OK
P3	DERIVA 5	Y	0,000082	2,73333E-05	OK
P3	DERIVA 6	X	0,000301	0,000100333	OK
P3	DERIVA 6	Y	0,000081	0,000027	OK
P3	DERIVA 8	X	0,014696	0,004898667	OK
P3	DERIVA 9	Y	0,015758	0,005252667	OK
P3	DERIVA 10	X	0,000307	0,000102333	OK
P3	DERIVA 11	X	0,000307	0,000102333	OK
P3	DERIVA 12	X	0,014655	0,004885	OK
P3	DERIVA 13	Y	0,015768	0,005256	OK
P2	DERIVA 1	X	0,000109	3,63333E-05	OK
P2	DERIVA 1	Y	0,000018	0,000006	OK
P2	DERIVA 2	X	0,000127	4,23333E-05	OK
P2	DERIVA 2	Y	0,000025	8,33333E-06	OK
P2	DERIVA 3	X	0,000105	0,000035	OK
P2	DERIVA 3	Y	0,000016	5,33333E-06	OK
P2	DERIVA 4	X	0,000105	0,000035	OK
P2	DERIVA 4	Y	0,000016	5,33333E-06	OK
P2	DERIVA 5	X	0,000112	3,73333E-05	OK
P2	DERIVA 5	Y	0,000019	6,33333E-06	OK
P2	DERIVA 6	X	0,000111	0,000037	OK
P2	DERIVA 6	Y	0,000019	6,33333E-06	OK
P2	DERIVA 8	X	0,012015	0,004005	OK
P2	DERIVA 9	Y	0,01233	0,00411	OK
P2	DERIVA 10	X	0,000114	0,000038	OK
P2	DERIVA 10	Y	0,000021	0,000007	OK
P2	DERIVA 11	X	0,000114	0,000038	OK
P2	DERIVA 11	Y	0,000021	0,000007	OK
P2	DERIVA 12	X	0,012002	0,00400667	OK
P2	DERIVA 13	Y	0,012324	0,004108	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 48. Chequeo de derivas para 5 Niveles (Fase 2).

5 NIVELES					
Piso	Combinación	Direction	Deriva	1% h de piso	
CUB	DERIVA1	X	0,000224	7,46667E-05	OK
CUB	DERIVA2	X	0,000266	8,86667E-05	OK
CUB	DERIVA3	X	0,000238	7,93333E-05	OK
CUB	DERIVA3	Y	0,000042	0,000014	OK
CUB	DERIVA4	X	0,000238	7,93333E-05	OK
CUB	DERIVA4	Y	0,000042	0,000014	OK
CUB	DERIVA5	X	0,000252	0,000084	OK
CUB	DERIVA5	Y	0,00004	1,33333E-05	OK
CUB	DERIVA6	X	0,000235	7,83333E-05	OK
CUB	DERIVA8	X	0,007639	0,002546333	OK
CUB	DERIVA9	Y	0,008681	0,002893667	OK
CUB	DERIVA10	X	0,000231	0,000077	OK
CUB	DERIVA11	X	0,000231	0,000077	OK
CUB	DERIVA12	X	0,007611	0,002537	OK
CUB	DERIVA13	Y	0,008681	0,002893667	OK
P5	DERIVA1	X	0,000248	8,26667E-05	OK
P5	DERIVA2	X	0,000302	0,000100667	OK
P5	DERIVA3	X	0,000245	8,16667E-05	OK
P5	DERIVA4	X	0,000245	8,16667E-05	OK
P5	DERIVA5	X	0,000265	8,83333E-05	OK
P5	DERIVA6	X	0,000258	0,000086	OK
P5	DERIVA8	X	0,014204	0,004734667	OK
P5	DERIVA9	Y	0,016218	0,005406	OK
P5	DERIVA10	X	0,000263	8,76667E-05	OK
P5	DERIVA11	X	0,000263	8,76667E-05	OK
P5	DERIVA12	X	0,014169	0,004723	OK
P5	DERIVA13	Y	0,016209	0,005403	OK
P4	DERIVA1	X	0,000227	7,56667E-05	OK
P4	DERIVA1	Y	0,00005	1,66667E-05	OK
P4	DERIVA2	X	0,000273	0,000091	OK
P4	DERIVA2	Y	0,000057	0,000019	OK
P4	DERIVA3	X	0,000218	7,26667E-05	OK
P4	DERIVA3	Y	0,000052	1,73333E-05	OK
P4	DERIVA4	X	0,000218	7,26667E-05	OK
P4	DERIVA4	Y	0,000052	1,73333E-05	OK
P4	DERIVA5	X	0,000236	7,86667E-05	OK
P4	DERIVA5	Y	0,000055	1,83333E-05	OK
P4	DERIVA6	X	0,000234	0,000078	OK
P4	DERIVA6	Y	0,000052	1,73333E-05	OK
P4	DERIVA8	X	0,018861	0,006287	OK
P4	DERIVA9	Y	0,020536	0,006845333	OK
P4	DERIVA10	X	0,000241	8,03333E-05	OK
P4	DERIVA10	Y	0,000051	0,000017	OK
P4	DERIVA11	X	0,000241	8,03333E-05	OK
P4	DERIVA11	Y	0,000051	0,000017	OK
P4	DERIVA12	X	0,018826	0,006275333	OK
P4	DERIVA13	Y	0,02054	0,006846667	OK
P3	DERIVA1	X	0,000199	6,63333E-05	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P3	DERIVA 1	Y	0,000117	0,000039	OK
P3	DERIVA 2	X	0,000239	7,96667E-05	OK
P3	DERIVA 2	Y	0,000144	0,000048	OK
P3	DERIVA 3	X	0,00019	6,33333E-05	OK
P3	DERIVA 3	Y	0,000113	3,76667E-05	OK
P3	DERIVA 4	X	0,00019	6,33333E-05	OK
P3	DERIVA 4	Y	0,000113	3,76667E-05	OK
P3	DERIVA 5	X	0,000206	6,86667E-05	OK
P3	DERIVA 5	Y	0,000123	0,000041	OK
P3	DERIVA 6	X	0,000205	6,83333E-05	OK
P3	DERIVA 6	Y	0,000121	4,03333E-05	OK
P3	DERIVA 8	X	0,020153	0,006717667	OK
P3	DERIVA 9	Y	0,020969	0,006989667	OK
P3	DERIVA 10	X	0,000211	7,03333E-05	OK
P3	DERIVA 10	Y	0,000125	4,16667E-05	OK
P3	DERIVA 11	X	0,000211	7,03333E-05	OK
P3	DERIVA 11	Y	0,000125	4,16667E-05	OK
P3	DERIVA 12	X	0,020122	0,006707333	OK
P3	DERIVA 13	Y	0,020989	0,006996333	OK
P2	DERIVA 1	X	0,000076	2,53333E-05	OK
P2	DERIVA 2	X	0,00009	0,00003	OK
P2	DERIVA 3	X	0,000073	2,43333E-05	OK
P2	DERIVA 4	X	0,000073	2,43333E-05	OK
P2	DERIVA 5	X	0,000078	0,000026	OK
P2	DERIVA 6	X	0,000078	0,000026	OK
P2	DERIVA 8	X	0,01262	0,004206667	OK
P2	DERIVA 9	Y	0,012094	0,004031333	OK
P2	DERIVA 10	X	0,00008	2,66667E-05	OK
P2	DERIVA 11	X	0,00008	2,66667E-05	OK
P2	DERIVA 12	X	0,01261	0,004203333	OK
P2	DERIVA 13	Y	0,012095	0,004031667	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 49. Chequeo de derivas 7 Niveles (Fase 2).

7 NIVELES					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva	1% h de piso	
CUB	DERIVA 1	X	0,000271	0,009%	OK
CUB	DERIVA 1	Y	0,000136	0,005%	OK
CUB	DERIVA 2	X	0,000326	0,011%	OK
CUB	DERIVA 2	Y	0,000156	0,005%	OK
CUB	DERIVA 3	X	0,000287	0,010%	OK
CUB	DERIVA 3	Y	0,000198	0,007%	OK
CUB	DERIVA 4	X	0,000287	0,010%	OK
CUB	DERIVA 4	Y	0,000198	0,007%	OK
CUB	DERIVA 5	X	0,000305	0,010%	OK
CUB	DERIVA 5	Y	0,0002	0,007%	OK
CUB	DERIVA 6	X	0,000285	0,010%	OK
CUB	DERIVA 6	Y	0,000153	0,005%	OK
CUB	DERIVA 8	X	0,005305	0,177%	OK
CUB	DERIVA 9	Y	0,006421	0,214%	OK
CUB	DERIVA 10	X	0,000282	0,009%	OK
CUB	DERIVA 10	Y	0,000125	0,004%	OK
CUB	DERIVA 11	X	0,000282	0,009%	OK
CUB	DERIVA 11	Y	0,000125	0,004%	OK
CUB	DERIVA 12	X	0,005268	0,176%	OK
CUB	DERIVA 13	Y	0,006411	0,214%	OK
P7	DERIVA 1	X	0,000302	0,010%	OK
P7	DERIVA 1	Y	0,000142	0,005%	OK
P7	DERIVA 2	X	0,000371	0,012%	OK
P7	DERIVA 2	Y	0,00019	0,006%	OK
P7	DERIVA 3	X	0,0003	0,010%	OK
P7	DERIVA 3	Y	0,000121	0,004%	OK
P7	DERIVA 4	X	0,0003	0,010%	OK
P7	DERIVA 4	Y	0,000121	0,004%	OK
P7	DERIVA 5	X	0,000325	0,011%	OK
P7	DERIVA 5	Y	0,000141	0,005%	OK
P7	DERIVA 6	X	0,000314	0,010%	OK
P7	DERIVA 6	Y	0,000147	0,005%	OK
P7	DERIVA 8	X	0,006206	0,207%	OK
P7	DERIVA 9	Y	0,007427	0,248%	OK
P7	DERIVA 10	X	0,000321	0,011%	OK
P7	DERIVA 10	Y	0,00016	0,005%	OK
P7	DERIVA 11	X	0,000321	0,011%	OK
P7	DERIVA 11	Y	0,00016	0,005%	OK
P7	DERIVA 12	X	0,006164	0,205%	OK
P7	DERIVA 13	Y	0,00739	0,246%	OK
P6	DERIVA 1	X	0,000289	0,010%	OK
P6	DERIVA 1	Y	0,000142	0,005%	OK
P6	DERIVA 2	X	0,000356	0,012%	OK
P6	DERIVA 2	Y	0,00019	0,006%	OK
P6	DERIVA 3	X	0,000276	0,009%	OK
P6	DERIVA 3	Y	0,000122	0,004%	OK
P6	DERIVA 4	X	0,000276	0,009%	OK
P6	DERIVA 4	Y	0,000122	0,004%	OK
P6	DERIVA 5	X	0,000302	0,010%	OK
P6	DERIVA 5	Y	0,000142	0,005%	OK
P6	DERIVA 6	X	0,000299	0,010%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P6	DERIVA 6	Y	0,000147	0,005%	OK
P6	DERIVA 8	X	0,007026	0,234%	OK
P6	DERIVA 9	Y	0,008246	0,275%	OK
P6	DERIVA 10	X	0,000309	0,010%	OK
P6	DERIVA 10	Y	0,00016	0,005%	OK
P6	DERIVA 11	X	0,000309	0,010%	OK
P6	DERIVA 11	Y	0,00016	0,005%	OK
P6	DERIVA 12	X	0,006984	0,233%	OK
P6	DERIVA 13	Y	0,008208	0,274%	OK
P5	DERIVA 1	X	0,000239	0,008%	OK
P5	DERIVA 1	Y	0,000071	0,002%	OK
P5	DERIVA 2	X	0,000291	0,010%	OK
P5	DERIVA 2	Y	0,000096	0,003%	OK
P5	DERIVA 3	X	0,00023	0,008%	OK
P5	DERIVA 3	Y	0,00006	0,002%	OK
P5	DERIVA 4	X	0,00023	0,008%	OK
P5	DERIVA 4	Y	0,00006	0,002%	OK
P5	DERIVA 5	X	0,00025	0,008%	OK
P5	DERIVA 5	Y	0,00007	0,002%	OK
P5	DERIVA 6	X	0,000247	0,008%	OK
P5	DERIVA 6	Y	0,000073	0,002%	OK
P5	DERIVA 8	X	0,00969	0,323%	OK
P5	DERIVA 9	Y	0,010513	0,350%	OK
P5	DERIVA 10	X	0,000255	0,009%	OK
P5	DERIVA 10	Y	0,00008	0,003%	OK
P5	DERIVA 11	X	0,000255	0,009%	OK
P5	DERIVA 11	Y	0,00008	0,003%	OK
P5	DERIVA 12	X	0,009651	0,322%	OK
P5	DERIVA 13	Y	0,010498	0,350%	OK
P4	DERIVA 1	X	0,000229	0,008%	OK
P4	DERIVA 2	X	0,000281	0,009%	OK
P4	DERIVA 3	X	0,000218	0,007%	OK
P4	DERIVA 4	X	0,000218	0,007%	OK
P4	DERIVA 5	X	0,000238	0,008%	OK
P4	DERIVA 6	X	0,000237	0,008%	OK
P4	DERIVA 8	X	0,011525	0,384%	OK
P4	DERIVA 9	Y	0,012478	0,416%	OK
P4	DERIVA 10	X	0,000245	0,008%	OK
P4	DERIVA 11	X	0,000245	0,008%	OK
P4	DERIVA 12	X	0,01149	0,383%	OK
P4	DERIVA 13	Y	0,012474	0,416%	OK
P3	DERIVA 1	X	0,000174	0,006%	OK
P3	DERIVA 1	Y	0,000049	0,002%	OK
P3	DERIVA 2	X	0,000208	0,007%	OK
P3	DERIVA 2	Y	0,000057	0,002%	OK
P3	DERIVA 3	X	0,000167	0,006%	OK
P3	DERIVA 3	Y	0,000049	0,002%	OK
P3	DERIVA 4	X	0,000167	0,006%	OK
P3	DERIVA 4	Y	0,000049	0,002%	OK
P3	DERIVA 5	X	0,00018	0,006%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P3	DERIVA5	Y	0,000052	0,002%	OK
P3	DERIVA6	X	0,000179	0,006%	OK
P3	DERIVA6	Y	0,000051	0,002%	OK
P3	DERIVA8	X	0,011989	0,400%	OK
P3	DERIVA9	Y	0,012071	0,402%	OK
P3	DERIVA10	X	0,000185	0,006%	OK
P3	DERIVA10	Y	0,000051	0,002%	OK
P3	DERIVA11	X	0,000185	0,006%	OK
P3	DERIVA11	Y	0,000051	0,002%	OK
P3	DERIVA12	X	0,011963	0,399%	OK
P3	DERIVA13	Y	0,012077	0,403%	OK
P2	DERIVA1	X	0,000068	0,002%	OK
P2	DERIVA2	X	0,000081	0,003%	OK
P2	DERIVA3	X	0,000065	0,002%	OK
P2	DERIVA4	X	0,000065	0,002%	OK
P2	DERIVA5	X	0,00007	0,002%	OK
P2	DERIVA6	X	0,00007	0,002%	OK
P2	DERIVA8	X	0,007208	0,240%	OK
P2	DERIVA9	Y	0,006932	0,231%	OK
P2	DERIVA10	X	0,000072	0,002%	OK
P2	DERIVA11	X	0,000072	0,002%	OK
P2	DERIVA12	X	0,007199	0,240%	OK
P2	DERIVA13	Y	0,00693	0,231%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aperturada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Tabla 50. Chequeo de derivas 10 Niveles (Fase 2).

10 NIVELES					
Piso	Combinación	Dirección	Deriva	1% h de piso	
CUB	DERIVA 1	X	0,000252	0,0084%	OK
CUB	DERIVA 1	Y	0,000163	0,0054%	OK
CUB	DERIVA 2	X	0,000316	0,0105%	OK
CUB	DERIVA 2	Y	0,000213	0,0071%	OK
CUB	DERIVA 3	X	0,00026	0,0087%	OK
CUB	DERIVA 3	Y	0,000142	0,0047%	OK
CUB	DERIVA 4	X	0,00026	0,0087%	OK
CUB	DERIVA 4	Y	0,000142	0,0047%	OK
CUB	DERIVA 5	X	0,000282	0,0094%	OK
CUB	DERIVA 5	Y	0,000161	0,0054%	OK
CUB	DERIVA 6	X	0,000266	0,0089%	OK
CUB	DERIVA 6	Y	0,000168	0,0056%	OK
CUB	DERIVA 8	X	0,000283	0,0094%	OK
CUB	DERIVA 8	Y	0,000174	0,0058%	OK
CUB	DERIVA 9	X	0,000258	0,0086%	OK
CUB	DERIVA 9	Y	0,000112	0,0037%	OK
CUB	DERIVA 10	X	0,000267	0,0089%	OK
CUB	DERIVA 10	Y	0,000182	0,0061%	OK
CUB	DERIVA 11	X	0,000267	0,0089%	OK
CUB	DERIVA 11	Y	0,000182	0,0061%	OK
CUB	DERIVA 12	X	0,000237	0,0079%	OK
CUB	DERIVA 12	Y	0,000135	0,0045%	OK
CUB	DERIVA 13	X	0,000212	0,0071%	OK
CUB	DERIVA 13	Y	0,000075	0,0025%	OK
P10	DERIVA 1	X	0,000265	0,0088%	OK
P10	DERIVA 1	Y	0,000171	0,0057%	OK
P10	DERIVA 2	X	0,000335	0,0112%	OK
P10	DERIVA 2	Y	0,000214	0,0071%	OK
P10	DERIVA 3	X	0,000262	0,0087%	OK
P10	DERIVA 3	Y	0,000176	0,0059%	OK
P10	DERIVA 4	X	0,000262	0,0087%	OK
P10	DERIVA 4	Y	0,000176	0,0059%	OK
P10	DERIVA 5	X	0,000287	0,0096%	OK
P10	DERIVA 5	Y	0,000191	0,0064%	OK
P10	DERIVA 6	X	0,000278	0,0093%	OK
P10	DERIVA 6	Y	0,00018	0,0060%	OK
P10	DERIVA 8	X	0,000299	0,0100%	OK
P10	DERIVA 8	Y	0,000178	0,0059%	OK
P10	DERIVA 9	X	0,000272	0,0091%	OK
P10	DERIVA 9	Y	0,000115	0,0038%	OK
P10	DERIVA 10	X	0,000285	0,0095%	OK
P10	DERIVA 10	Y	0,00018	0,0060%	OK
P10	DERIVA 11	X	0,000285	0,0095%	OK
P10	DERIVA 11	Y	0,00018	0,0060%	OK
P10	DERIVA 12	X	0,000247	0,0082%	OK
P10	DERIVA 12	Y	0,000147	0,0049%	OK
P10	DERIVA 13	X	0,000221	0,0074%	OK
P10	DERIVA 13	Y	0,000087	0,0029%	OK
P9	DERIVA 1	X	0,00026	0,0087%	OK
P9	DERIVA 1	Y	0,000161	0,0054%	OK
P9	DERIVA 2	X	0,000329	0,0110%	OK
P9	DERIVA 2	Y	0,0002	0,0067%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporcada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P9	DERIVA 3	X	0,000247	0,0082%	OK
P9	DERIVA 3	Y	0,000162	0,0054%	OK
P9	DERIVA 4	X	0,000247	0,0082%	OK
P9	DERIVA 4	Y	0,000162	0,0054%	OK
P9	DERIVA 5	X	0,000274	0,0091%	OK
P9	DERIVA 5	Y	0,000176	0,0059%	OK
P9	DERIVA 6	X	0,000271	0,0090%	OK
P9	DERIVA 6	Y	0,000168	0,0056%	OK
P9	DERIVA 8	X	0,000297	0,0099%	OK
P9	DERIVA 8	Y	0,000167	0,0056%	OK
P9	DERIVA 9	X	0,000271	0,0090%	OK
P9	DERIVA 9	Y	0,000107	0,0036%	OK
P9	DERIVA 10	X	0,000281	0,0094%	OK
P9	DERIVA 10	Y	0,00017	0,0057%	OK
P9	DERIVA 11	X	0,000281	0,0094%	OK
P9	DERIVA 11	Y	0,00017	0,0057%	OK
P9	DERIVA 12	X	0,000244	0,0081%	OK
P9	DERIVA 12	Y	0,000137	0,0046%	OK
P9	DERIVA 13	X	0,000219	0,0073%	OK
P9	DERIVA 13	Y	0,000079	0,0026%	OK
P8	DERIVA 1	X	0,000252	0,0084%	OK
P8	DERIVA 1	Y	0,000152	0,0051%	OK
P8	DERIVA 2	X	0,000318	0,0106%	OK
P8	DERIVA 2	Y	0,000187	0,0062%	OK
P8	DERIVA 3	X	0,000238	0,0079%	OK
P8	DERIVA 3	Y	0,000153	0,0051%	OK
P8	DERIVA 4	X	0,000238	0,0079%	OK
P8	DERIVA 4	Y	0,000153	0,0051%	OK
P8	DERIVA 5	X	0,000264	0,0088%	OK
P8	DERIVA 5	Y	0,000165	0,0055%	OK
P8	DERIVA 6	X	0,000262	0,0087%	OK
P8	DERIVA 6	Y	0,000159	0,0053%	OK
P8	DERIVA 8	X	0,000301	0,0100%	OK
P8	DERIVA 8	Y	0,000152	0,0051%	OK
P8	DERIVA 9	X	0,000265	0,0088%	OK
P8	DERIVA 9	Y	0,000087	0,0029%	OK
P8	DERIVA 10	X	0,000272	0,0091%	OK
P8	DERIVA 10	Y	0,000161	0,0054%	OK
P8	DERIVA 11	X	0,000272	0,0091%	OK
P8	DERIVA 11	Y	0,000161	0,0054%	OK
P8	DERIVA 12	X	0,000251	0,0084%	OK
P8	DERIVA 12	Y	0,000125	0,0042%	OK
P8	DERIVA 13	X	0,000216	0,0072%	OK
P8	DERIVA 13	Y	0,00006	0,0020%	OK
P7	DERIVA 1	X	0,000241	0,0080%	OK
P7	DERIVA 1	Y	0,000143	0,0048%	OK
P7	DERIVA 2	X	0,000302	0,0101%	OK
P7	DERIVA 2	Y	0,000177	0,0059%	OK
P7	DERIVA 3	X	0,000227	0,0076%	OK
P7	DERIVA 3	Y	0,000143	0,0048%	OK
P7	DERIVA 4	X	0,000227	0,0076%	OK
P7	DERIVA 4	Y	0,000143	0,0048%	OK
P7	DERIVA 5	X	0,000251	0,0084%	OK
P7	DERIVA 5	Y	0,000155	0,0052%	OK
P7	DERIVA 6	X	0,00025	0,0083%	OK
P7	DERIVA 6	Y	0,00015	0,0050%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P7	DERIVA 8	X	0,000397	0,0132%	OK
P7	DERIVA 8	Y	0,000139	0,0046%	OK
P7	DERIVA 9	X	0,000267	0,0089%	OK
P7	DERIVA 9	Y	0,000089	0,0030%	OK
P7	DERIVA 10	X	0,00026	0,0087%	OK
P7	DERIVA 10	Y	0,000152	0,0051%	OK
P7	DERIVA 11	X	0,00026	0,0087%	OK
P7	DERIVA 11	Y	0,000152	0,0051%	OK
P7	DERIVA 12	X	0,000352	0,0117%	OK
P7	DERIVA 12	Y	0,000114	0,0038%	OK
P7	DERIVA 13	X	0,000221	0,0074%	OK
P7	DERIVA 13	Y	0,000111	0,0037%	OK
P6	DERIVA 1	X	0,000215	0,0072%	OK
P6	DERIVA 1	Y	0,000087	0,0029%	OK
P6	DERIVA 2	X	0,000271	0,0090%	OK
P6	DERIVA 2	Y	0,000106	0,0035%	OK
P6	DERIVA 3	X	0,000201	0,0067%	OK
P6	DERIVA 3	Y	0,000088	0,0029%	OK
P6	DERIVA 4	X	0,000201	0,0067%	OK
P6	DERIVA 4	Y	0,000088	0,0029%	OK
P6	DERIVA 5	X	0,000223	0,0074%	OK
P6	DERIVA 5	Y	0,000095	0,0032%	OK
P6	DERIVA 6	X	0,000223	0,0074%	OK
P6	DERIVA 6	Y	0,000091	0,0030%	OK
P6	DERIVA 8	X	0,000934	0,0311%	OK
P6	DERIVA 9	X	0,000298	0,0099%	OK
P6	DERIVA 9	Y	0,000746	0,0249%	OK
P6	DERIVA 10	X	0,000232	0,0077%	OK
P6	DERIVA 10	Y	0,000091	0,0030%	OK
P6	DERIVA 11	X	0,000232	0,0077%	OK
P6	DERIVA 11	Y	0,000091	0,0030%	OK
P6	DERIVA 12	X	0,000891	0,0297%	OK
P6	DERIVA 13	X	0,000257	0,0086%	OK
P6	DERIVA 13	Y	0,00076	0,0253%	OK
P5	DERIVA 1	X	0,000205	0,0068%	OK
P5	DERIVA 1	Y	0,000127	0,0042%	OK
P5	DERIVA 2	X	0,000256	0,0085%	OK
P5	DERIVA 2	Y	0,000157	0,0052%	OK
P5	DERIVA 3	X	0,000192	0,0064%	OK
P5	DERIVA 3	Y	0,000123	0,0041%	OK
P5	DERIVA 4	X	0,000192	0,0064%	OK
P5	DERIVA 4	Y	0,000123	0,0041%	OK
P5	DERIVA 5	X	0,000212	0,0071%	OK
P5	DERIVA 5	Y	0,000135	0,0045%	OK
P5	DERIVA 6	X	0,000212	0,0071%	OK
P5	DERIVA 6	Y	0,000132	0,0044%	OK
P5	DERIVA 8	X	0,00253	0,0843%	OK
P5	DERIVA 9	Y	0,002553	0,0851%	OK
P5	DERIVA 10	X	0,000221	0,0074%	OK
P5	DERIVA 10	Y	0,000135	0,0045%	OK
P5	DERIVA 11	X	0,000221	0,0074%	OK
P5	DERIVA 11	Y	0,000135	0,0045%	OK
P5	DERIVA 12	X	0,00249	0,0830%	OK
P5	DERIVA 13	Y	0,002576	0,0859%	OK
P4	DERIVA 1	X	0,000153	0,0051%	OK
P4	DERIVA 1	Y	0,000094	0,0031%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P4	DERIVA2	X	0,000189	0,0063%	OK
P4	DERIVA2	Y	0,000115	0,0038%	OK
P4	DERIVA3	X	0,000144	0,0048%	OK
P4	DERIVA3	Y	0,000091	0,0030%	OK
P4	DERIVA4	X	0,000144	0,0048%	OK
P4	DERIVA4	Y	0,000091	0,0030%	OK
P4	DERIVA5	X	0,000158	0,0053%	OK
P4	DERIVA5	Y	0,000099	0,0033%	OK
P4	DERIVA6	X	0,000158	0,0053%	OK
P4	DERIVA6	Y	0,000097	0,0032%	OK
P4	DERIVA8	X	0,003714	0,1238%	OK
P4	DERIVA9	Y	0,003904	0,1301%	OK
P4	DERIVA10	X	0,000165	0,0055%	OK
P4	DERIVA10	Y	0,0001	0,0033%	OK
P4	DERIVA11	X	0,000165	0,0055%	OK
P4	DERIVA11	Y	0,0001	0,0033%	OK
P4	DERIVA12	X	0,003687	0,1229%	OK
P4	DERIVA13	Y	0,00392	0,1307%	OK
P3	DERIVA1	X	0,0001	0,0033%	OK
P3	DERIVA1	Y	0,000053	0,0018%	OK
P3	DERIVA2	X	0,000118	0,0039%	OK
P3	DERIVA2	Y	0,000064	0,0021%	OK
P3	DERIVA3	X	0,000095	0,0032%	OK
P3	DERIVA3	Y	0,000052	0,0017%	OK
P3	DERIVA4	X	0,000095	0,0032%	OK
P3	DERIVA4	Y	0,000052	0,0017%	OK
P3	DERIVA5	X	0,000102	0,0034%	OK
P3	DERIVA5	Y	0,000056	0,0019%	OK
P3	DERIVA6	X	0,000102	0,0034%	OK
P3	DERIVA6	Y	0,000055	0,0018%	OK
P3	DERIVA8	X	0,003782	0,1261%	OK
P3	DERIVA9	Y	0,003974	0,1325%	OK
P3	DERIVA10	X	0,000106	0,0035%	OK
P3	DERIVA10	Y	0,000056	0,0019%	OK
P3	DERIVA11	X	0,000106	0,0035%	OK
P3	DERIVA11	Y	0,000056	0,0019%	OK
P3	DERIVA12	X	0,003767	0,1256%	OK
P3	DERIVA13	Y	0,003982	0,1327%	OK
P2	DERIVA1	X	0,00004	0,0013%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporticada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



P2	DERIVA 1	Y	0,000025	0,0008%	OK
P2	DERIVA 2	X	0,000047	0,0016%	OK
P2	DERIVA 2	Y	0,000031	0,0010%	OK
P2	DERIVA 3	X	0,000038	0,0013%	OK
P2	DERIVA 3	Y	0,000025	0,0008%	OK
P2	DERIVA 4	X	0,000038	0,0013%	OK
P2	DERIVA 4	Y	0,000025	0,0008%	OK
P2	DERIVA 5	X	0,000041	0,0014%	OK
P2	DERIVA 5	Y	0,000027	0,0009%	OK
P2	DERIVA 6	X	0,000041	0,0014%	OK
P2	DERIVA 6	Y	0,000026	0,0009%	OK
P2	DERIVA 8	X	0,002034	0,0678%	OK
P2	DERIVA 9	Y	0,002177	0,0726%	OK
P2	DERIVA 10	X	0,000043	0,0014%	OK
P2	DERIVA 10	Y	0,000027	0,0009%	OK
P2	DERIVA 11	X	0,000043	0,0014%	OK
P2	DERIVA 11	Y	0,000027	0,0009%	OK
P2	DERIVA 12	X	0,002028	0,0676%	OK
P2	DERIVA 13	Y	0,002181	0,0727%	OK



Influencia del tipo de perfil de suelo en los costos para una estructura aporricada en la ciudad de Cartagena de acuerdo a la NSR 10



Ilustración 28. Sistema estructural utilizado en la fase 1.

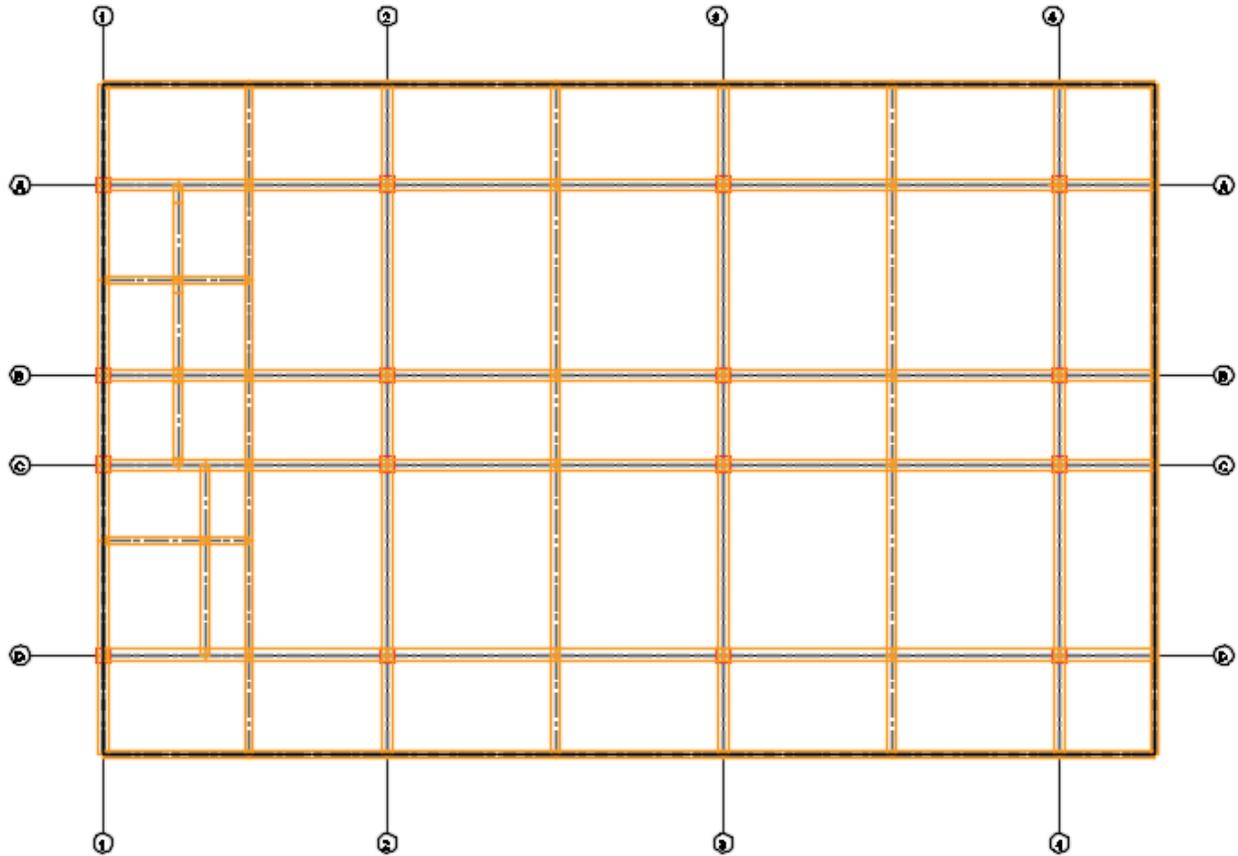




Ilustración 29. Sistema estructural utilizado en la fase 2.

