



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA
ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS
HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE
SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO
RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO
ALTO QOSQO – CUSCO”**

Presentado por:

- o Bach. Castro Prieto Huancachoque, Ander
- o Bach. Mendoza Quiñonez, Deiby Walter

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor: Ing. Soto Florez, Heiner

CUSCO-PERÚ

2017



DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de poder desempeñarme en el ámbito de la Ingeniería y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mis debilidades.

A las personas que brindaron de su apoyo durante todo el periodo de estudio.

*A Mi madre, por darme la vida, confiar en mí porque siempre me apoyaste y apoyarás.
Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.*

A Mi hermano, por los consejos y apoyo durante todo el desarrollo de mi formación profesional por estar conmigo siempre.

A mi asesor Ing. Heiner Soto Florez por el apoyo y la amistad sincera que realizamos durante todo el desarrollo de mi formación profesional que fue imprescindible para el desarrollo de nuestra tesis investigación.

A mis dictaminantes que brindaron de sus conocimientos para la realización de nuestro tema de investigación; a todos aquellos familiares y amigos.

Deiby W. Mendoza Quiñonez



A Dios, por darme la oportunidad de poder desempeñarme en el ámbito de la Ingeniería y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mis debilidades.

A las personas que brindaron de su apoyo durante todo el periodo de estudio.

A Mis Padres, por darme la vida, confiar en mí porque siempre me apoyaste y apoyarás. Padres gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ustedes.

A mi hermana y abuelita, por los consejos y apoyo durante todo el desarrollo de mi formación profesional por estar conmigo siempre.

A mi asesor Ing. Heiner Soto Florez por el apoyo y la amistad sincera que realizamos durante todo el desarrollo de mi formación profesional que fue imprescindible para el desarrollo de nuestra tesis investigación.

A mis dictaminantes que brindaron de sus conocimientos para la realización de nuestro tema de investigación; a todos aquellos familiares y amigos.

Ander Castro Prieto Huancachoque



AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Dios por bendecirnos y permitirnos llegar hasta esta etapa de nuestras vidas; a la Universidad Andina del Cusco por darnos la oportunidad de estudiar y formarnos profesionalmente para el ejercicio de nuestras vidas profesionales

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron en todo el desarrollo de nuestra formación personal y profesional; los cuales fueron imprescindibles debido a que sin ellos no habiéramos podido alcanzar esta etapa de nuestras vidas. A nuestros Hermanos y familiares que estuvieron presentes en cada momento que fuera necesario apoyándonos y brindándonos de sus conocimientos y experiencias.

A nuestro Señor Asesor Ing. Heiner Soto Florez por la dedicación y esfuerzo, quien con su conocimiento, experiencia, paciencia, motivación y sobre todo su amistad que fue un apoyo fundamental motivo por el cual los autores reconocen la labor que dio en el desarrollo de la investigación agradecen y felicitan por el desempeño.

A nuestros dictaminantes Ing. Maria Isabel Callahui Rios y Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas por su visión y critica de muchos aspectos en nuestra formación profesional y sobre todo en nuestro tema de investigación, por los consejos, enseñanzas, recomendaciones y sobre todo por su amistad.

A todas las personas que han formado parte de nuestra formación profesional y personal a las que me encantaría agradecer su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía. Los autores dan las gracias por formar parte de nuestras vidas y por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Atte:

Ander Castro Prieto Huancachoque

Deiby Walter Mendoza Quiñonez



RESUMEN

En los últimos años los investigadores en el área de la ingeniería sismoresistente fueron evaluando las normas e innovando nuevos parámetros, los cuales brindarían una mejor respuesta frente a los sismos que pudieran ocurrir, en el caso de los parámetros que encontramos en la Norma Técnica Peruana para el análisis de Tanques elevados se puede verificar que las investigaciones no profundizaron en el tema, siendo; estos últimos, estructuras de uso esencial para la sociedad, debido al uso diario de los servicios básicos.

La Norma ACI-350 de Estados Unidos presenta una alternativa diferente, la cual cuenta con diferentes parámetros de solución frente al análisis que se desea evaluar. Se realizó una investigación de tanques elevados de configuración octogonal frente a una rectangular evaluándolos con las normas NTP. E.030 y la ACI-350 en el distrito de San Sebastian – Alto Qosqo de la ciudad del Cusco.

Se evaluarán los parámetros relacionados a la Norma Técnica Peruana E.030 sismo resistente en relación a las normas ACI-350 presentando indicadores similares, con los cuales se realizara posteriormente un análisis sismoresistente permitiendo elaborar el espectro de respuesta correspondiente a las normas investigadas, se realizara un análisis hidrodinámico para cada configuración estructural de tanque elevado, determinando cuál de ellos presenta un mejor desempeño frente a la acción de un sismo.

Dentro del análisis de datos se evaluarán momentos cortantes, flectores, fuerzas axiales y desplazamientos que desarrollaran ambas construcciones mediante un análisis dinámico. Finalmente se culminara con la discusión, conclusiones y las recomendaciones.



ABSTRACT

In recent years researchers in the area of seismic engineering were evaluating the standards and innovating new parameters that would provide a better response to earthquakes that could occur, in the case of parameters found in the Peruvian Technical Standard for Analysis of elevated tanks can verify that the investigations did not deepen in the subject being structures of essential use for the society, due to the daily use of the basic services.

The ACI-350 of the United States presents an alternative proposal which has different parameters of solution against the analysis that is wanted to be carried out, an investigation of elevated tanks of octagonal configuration against a rectangular one was realized evaluating them with the norms NTP. E.030 and ACI-350 in the district of San Sebastian - Alto Qosqo of the city of Cusco.

The parameters related to the Peruvian Technical Standard E.030 resistant earthquake will be evaluated in relation to the ACI-350 standards, which present similar parameters, with which a seismic-resistant analysis will be carried out, allowing the construction of the response spectrum corresponding to the standards Investigated, a hydrodynamic analysis will be performed for each structural configuration of octagonal and rectangular elevated tank which will provide better performance against the action of an earthquake.

Within the analysis of data we will evaluate cutting moments, bending, axial forces and displacements that would develop our essential building through an essential dynamic analysis will finally culminate in the discussion, conclusions and recommendations.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente tesis se inicia a partir de la identificación de tanques elevados sobre el tipo y su aplicación en la construcción. Diferenciando un tanque tipo rectangular frente a uno octogonal. Se realizara una evaluación al proyecto de saneamiento de alto Qosqo de la Municipalidad distrital de San Sebastián provincia del Cusco y departamento del Cusco.

La investigación se desarrollara en la especialidad de Ingeniería Sismoresistente proponiendo un análisis sísmico, el cual será evaluado por la Norma Peruana E.030 del 2016 y la Norma ACI 350 del 2001, las cuales serán proyectadas cumpliendo con la Norma Peruana de Concreto armado E.060 y la Norma ACI 318; la investigación beneficiara a la población del Cusco directamente al distrito de San Sebastián - Alto Qosqo, la cual no cuenta con un abastecimiento de agua provocando diferentes tipos de inconvenientes como son el caso de las enfermedades respiratorias y gastrointestinales, el diseño a realizarse cumplirá con las expectativas que la población espera solucionando los problemas actuales.

Los modelos estructurales cumplen con lo especificado en la Norma Peruana de Concreto Armado E.060 y la Norma ACI 318, se hará uso de las mismas para crear las diferentes combinaciones de carga dentro del procesamiento de datos, la Norma Peruana Sismoresistente E.030 y la norma ACI 350 evaluarán las fuerzas y periodos de ambos modelos por medio de un análisis dinámico que determinara los desplazamientos laterales que resulten menores que los máximos permisibles. Considerando el artículo 15 el cual especifica el máximo desplazamiento que no debe exceder en 0.007 para muros de concreto armado. El estudio se centra en un análisis sísmico tomando en consideración a la masa del agua de forma idealizada.

Para el análisis sísmico se utilizó el programa ETABS V16.02 ; el programa AUTOCAD 2016 para la elaboración de planos estructurales y MICROSOFT EXCEL en los cálculos Sismoresistente. Los resultados que se presentarían comparando ambos modelos con las dos normas será de mucha importancia ya que es un tema que debe tomarse con cuidado para mitigar futuros desastres usando la norma que de una mejor manera abarque todos los riesgos que presentan estructuras de este tipo.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTOS..... iii

RESUMENiv

ABSTRACT.....v

INTRODUCCIÓNvi

CAPITULO I1

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA1

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....1

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....1

1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA2

1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL2

1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS2

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....3

1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA3

1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL3

1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD.....4

1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.....4

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....4

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....5

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....5

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....5

1.5 HIPÓTESIS.....6

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL6

1.5.2 SUB HIPÓTESIS6

1.6 DEFINICION DE VARIABLES7

1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE7

1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE8

1.6.3 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES9

CAPITULO II10

2.0 MARCO TEORICO10

2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACION ACTUAL.....10

2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL10

2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....11

2.1.3 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL12



2.2 ASPECTOS TEORICOS PERTINENTES..... 13

2.2.1 DEFINICIÓN DE UN TANQUE ELEVADO..... 13

2.2.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO..... 14

2.2.2.1 TANQUES ELEVADOS PARA GRANDES GRUPOS POBLACIONALES .. 18

2.2.3 FILOSOFÍA DEL ANÁLISIS..... 19

2.2.3.1 ANALISIS MODAL ESPECTRAL 19

2.2.3.2 ESPECTROS DE DISEÑO..... 19

2.2.4 NORMA TECNICA PERUANA DE DISEÑO SISMORESISTENTE E030 20

2.2.4.1 ZONIFICACIÓN 20

2.2.4.2 ESTUDIOS DE SITIO..... 21

2.2.4.3 PERFILES DE SUELO 21

2.2.4.4 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA 23

2.2.4.5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES..... 23

2.2.4.6 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL..... 24

2.2.4.7 SISTEMAS ESTRUCTURALES 25

2.2.4.8 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES..... 26

2.2.4.9 MODELOS PARA ANÁLISIS 27

2.2.4.10 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL..... 27

2.2.4.11 MODOS DE VIBRACIÓN 28

2.2.4.12 ACELERACIÓN ESPECTRAL..... 28

2.2.4.13 CRITERIOS DE COMBINACIÓN 28

2.2.4.14 COMBINACIONES DE CARGA..... 29

2.2.4.15 FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE 30

2.2.4.16 EFECTOS DE TORSIÓN..... 30

2.2.4.17 DESPLAZAMIENTOS LATERALES..... 30

2.2.4.18 ANÁLISIS ESTÁTICO 31

2.2.4.18.1 EL PERIODO FUNDAMENTAL..... 31

2.2.4.18.2 FUERZA CORTANTE EN LA BASE 31

2.2.4.18.3 DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA 31

2.2.5 DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS CONTENEDORAS DE LÍQUIDOS (ACI 350.3-01)..... 32

2.2.5.1 ESTRUCTURAS SOBRE PEDESTALES..... 32

2.2.5.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO 32

2.2.5.3 CARGAS SISMICAS DE DISEÑO..... 32

2.2.5.4 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS SÍSMICAS..... 37

2.2.5.5 ESFUERZOS 40

2.2.5.6 BORDE LIBRE 40



2.2.5.7 MODELO DINAMICO41

2.2.6 DISEÑO SÍSMICO44

2.2.7 COMBINACIONES DE CARGA.....45

2.2.8 HIDRODINÁMICA46

2.2.8.1 INTEGRACIÓN DE CARGAS48

2.2.8.2 ESPECTRO DE DISEÑO.....49

2.2.8.3 MOMENTO FLECTOR49

2.2.8.4 FUERZA CORTANTE.....50

2.2.8.5 FUERZAS AXIALES.....51

CAPITULO III.....53

3.0 METODOLOGÍA.....53

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....53

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....53

3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....53

3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....54

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN54

3.2.1 DISEÑO METODOLOGICO54

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERIA.....54

3.2.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO55

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....56

3.3.1 POBLACIÓN56

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN56

3.3.1.2 CUANTIFICACION DE LA POBLACIÓN56

3.3.2 MUESTRA.....56

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA56

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA57

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO.....57

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA.....57

3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN57

3.4 INSTRUMENTOS58

3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLOGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS58

3.4.1.1 FORMATOS DE RECOLECCION DE DATOS DE LOS ESPECTRO DE RESPUESTA58

3.4.1.1.1 FORMATO DE CONSTRUCCION DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA SISMORESISTENTE E030 DEL 2016.....58

3.4.1.1.2 FORMATO DE ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA ACI 350. IMPULSIVA.....59



3.4.1.1.3 FORMATO DE ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA ACI 350 CONVECTIVO.....60

3.4.1.2 FORMATO TANQUE OCTOGONAL.....61

3.4.1.2.1 FORMATO DE FUERZAS AXIALES61

3.4.1.2.2 FORMATO DE MOMENTOS FLECTORES62

3.4.1.2.3 FORMATO DE FUERZAS CORTANTES63

3.4.1.2.4 FORMATO DE NORMA E.03064

3.4.1.2.5 FORMATO DE DERIVAS ACI 35065

3.4.1.2.6 FORMATO DE DERIVAS NTP. E.030.....66

3.4.1.2.7 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACION ACI 35067

3.4.1.2.8 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACION NTP. E.03068

3.4.1.3 FORMATO TANQUE RECTANGULAR69

3.4.1.3.1 FORMATO DE FUERZAS AXIALES69

3.4.1.3.2 FORMATO DE MOMENTOS FLECTORES70

3.4.1.3.3 FORMATO DE FUERZAS CORTANTES71

3.4.1.3.4 FORMATO DE NORMA E.03072

3.4.1.3.5 FORMATO DE DERIVAS ACI 35073

3.4.1.3.6 FORMATO DE DERIVAS NTP. E.030.....74

3.4.1.3.7 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACION ACI 35075

3.4.1.3.8 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACION NTP. E.03076

3.4.1.4 CÁLCULO DE DATOS.....77

3.4.1.4.1 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA NTP E.03077

3.4.1.4.2 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACI.350 IMPULSIVA.....78

3.4.1.4.3 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACI.350 CONVECTIVA.....79

3.4.1.4.4 CÁLCULO DE DATOS DEL TANQUE OCTOGONAL80

3.4.1.4.4.1 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS AXIALES80

3.4.1.4.4.2 FORMATO DE CÁLCULO DE MOMENTOS FLECTORES81

3.4.1.4.4.3 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES82

3.4.1.4.4.4 FORMATO DE CÁLCULO DE NORMA E.03083

3.4.1.4.4.5 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS ACI 35084

3.4.1.4.4.6 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS NTP. E.03085

3.4.1.4.4.7 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACION ACI 35086

3.4.1.4.4.8 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACION NTP.E.030.....87

3.4.1.4.5 FORMATO DE CÁLCULO DE TANQUE RECTANGULAR88



3.4.1.4.5.1 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS AXIALES 88

3.4.1.4.5.2 FORMATO DE CÁLCULO DE MOMENTOS FLECTORES 89

3.4.1.4.5.3 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES 90

3.4.1.4.5.4 FORMATO DE CÁLCULO DE NORMA E.030 91

3.4.1.4.5.5 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS ACI 350 92

3.4.1.4.5.6 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS NTP. E.030 93

3.4.1.4.5.7 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACION ACI 350 94

3.4.1.4.5.8 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACION NTP.E.030 95

3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERIA 96

3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS 96

3.5.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS NORMATIVOS 96

3.5.1.1 FACTOR DE ZONA 96

3.5.1.2 COEFICIENTE DE SUELO 98

3.5.1.3 FACTOR DE USO 99

3.5.1.4 FACTOR DE REDUCCIÓN Y SISTEMA ESTRUCTURAL 100

3.5.1.5 PERIODO DE VIBRACIÓN 101

3.5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS NORMATIVOS 102

3.5.2.1 IDENTIFICACIÓN FACTOR DE ZONA 102

3.5.2.2 IDENTIFICACIÓN DE COEFICIENTE DE SUELO 102

3.5.2.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTOR DE USO 103

3.5.2.4 IDENTIFICACIÓN DE FACTOR DE REDUCCIÓN 103

3.5.3 MODELAMIENTO ESTRUCTURAL 104

3.5.3.1 DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES 104

3.5.3.2 DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES 105

3.5.3.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS 107

3.5.3.3.1 ASIGNACIÓN DE CARGA ESTÁTICA DE AGUA 107

3.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS 110

3.6.1 ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO 111

3.6.2 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL 113

3.6.2.1 ESPECTROS DE DISEÑO 113

3.6.2.1.1 ESPECTROS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA ACI 350.3-01 113

3.6.2.1.1.1 DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA MASA IMPULSIVA COMO UNA FUNCIÓN 115

3.6.3 TANQUE OCTOGONAL SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 117

3.6.3.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350 117



3.6.3.2 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 119

3.6.3.3 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 120

3.6.3.4 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 122

3.6.3.5 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 123

3.6.3.6 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 125

3.6.4 TANQUE RECTANGULAR SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 126

3.6.4.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA SEGÚN LA ACI 350.3 126

3.6.4.2 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 128

3.6.4.3 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 129

3.6.4.4 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 131

3.6.4.5 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 132

3.6.4.6 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 134

3.6.5 TANQUE OCTOGONAL CON NTP- E.030..... 135

3.6.5.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.030 135

3.6.5.2 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030 137

3.6.5.3 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.030 138

3.6.6 TANQUE RECTANGULAR CON NTP. E.030 140

3.6.6.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030 . 140

3.6.6.2 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030 141

3.6.6.3 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.0.30 143

3.6.7 DERIVAS ENTRE PISO..... 145

3.6.7.1 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL ACI CONVECTIVA 145

3.6.7.2 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL ACI IMPULSIVA . 146

3.6.7.3 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL E.030 147



3.6.7.4 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR ACI CONVECTIVA 148

3.6.7.5 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR ACI IMPULSIVA 149

3.6.7.6 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR E.030..... 150

CAPITULO IV 151

4.0 RESULTADOS 151

4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS..... 151

4.1.1 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3... 151

4.1.2 COMPARACIÓN MOMENTOS FLECTORES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 153

4.1.3 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3 155

4.1.4 COMPARACIÓN FUERZA AXIAL EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030..... 157

4.1.5 COMPARACIÓN MOMENTOS FLECTORES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030 158

4.1.6 FUERZA CORTANTE EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030..... 159

4.1.7 DERIVAS ENTRE PISO ACI 350.3 CONVECTIVA – IMPULSIVA OCTOGONAL..... 160

4.1.8 DERIVAS ENTRE PISO ACI 350.3 CONVECTIVA – IMPULSIVA RECTANGULAR..... 161

4.1.9 DERIVAS ENTRE PISO E.030 OCTOGONAL - RECTANGULAR..... 162

CAPITULO V 163

5.0 DISCUSION..... 163

GLOSARIO 166

CONCLUSIONES 172

RECOMENDACIONES 174

REFERENCIAS..... 175



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Área del proyecto</i>	1
<i>Figura 2. Tanque cilíndrico</i>	14
<i>Figura 3. Tanque rectangular</i>	14
<i>Figura 4. Tanque cilíndrico superficial</i>	15
<i>Figura 5. Tanques elevados unipolares</i>	16
<i>Figura 6. Tanque de acero para almacenar combustible</i>	17
<i>Figura 7. Tanques elevados para suministro a poblaciones</i>	18
<i>Figura 9. Espectros de diseño según las zonas</i>	20
<i>Figura 10. Plano circular del Tanque</i>	32
<i>Figura 11. Transferencia de Corte</i>	37
<i>Figura 12. Distribución de Fuerzas Impulsivas y Convectivas</i>	38
<i>Figura 13. Grafica Distribución Vertical de Fuerzas Dinámicas</i>	39
<i>Figura 14. Cargas actuantes en el tanque</i>	48
<i>Figura 15. Cargas transmitidas a las paredes del tanque</i>	48
<i>Figura 16. Flujoograma del procedimiento de recolección de datos</i>	55
<i>Figura 17. Tanque elevado</i>	56
<i>Figura 17. Zonas Sísmicas</i>	97
<i>Figura 18. Modelamiento de tanque elevado</i>	100
<i>Figura 19. Definición de materiales</i>	104
<i>Figura 20. Definición de secciones</i>	105
<i>Figura 21. Definición de wall</i>	105
<i>Figura 22. Tanque de configuración octogonal</i>	106
<i>Figura 23. Tanque de configuración rectangular</i>	107
<i>Figura 24. Presión hidrostática en tanque octogonal</i>	108
<i>Figura 25. Presión hidrostática en tanque rectangular</i>	108
<i>Figura 26. Patrones de puntos</i>	109
<i>Figura 27. Patrones de carga</i>	110
<i>Figura 28. Calculo de pesos</i>	111
<i>Figura 29. Calculo de alturas</i>	112
<i>Figura 30. Asignación de combinacion de cargas</i>	116
<i>Figura 31. Asignación de cargas vivas y muertas</i>	116
<i>Figura 32. Asignación de factores impulsivos y convectivos</i>	117
<i>Figura 33. Fuerza axial convectiva octogonal</i>	118
<i>Figura 34. Fuerza axial impulsiva octogonal</i>	120
<i>Figura 35. Momento convectivo octogonal</i>	121
<i>Figura 36. Momento impulsivo octogonal</i>	123
<i>Figura 37. Fuerza cortante convectiva octogonal</i>	124
<i>Figura 38. Fuerza impulsiva octogonal</i>	126
<i>Figura 39. Fuerza axial convectiva rectangular</i>	127



Figura 40. Fuerza axial impulsiva rectangular..... 129
Figura 41. Momento convectivo rectangular..... 130
Figura 42. Momento impulsivo rectangular..... 132
Figura 43. Fuerza cortante convectiva rectangular..... 133
Figura 44. Fuerza impulsiva rectangular..... 135
Figura 45. Fuerza axial octogonal..... 136
Figura 46. Momento flector octogonal..... 138
Figura 47. Fuerza cortante octogonal..... 139
Figura 48. Fuerza axial rectangular..... 141
Figura 49. Momento flector rectangular..... 142
Figura 50. Fuerza cortante rectangular..... 144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.....9
Tabla 2. Tabla comparativa de zonificación.....21
Tabla 3. Análisis comparativo de factor de suelo.....22
Tabla 4. Comparación de Amplificación sísmica.....23
Tabla 5. Categorización de edificaciones según NTP.E030 del 2016.....23
Tabla 6. Irregularidad en altura NTP.E030.....24
Tabla 7. Irregularidad en altura NTP.E030.....24
Tabla 8. Sistemas Estructurales NTP.E030.....25
Tabla 9. Categoría de las estructuras de las edificaciones Proyecto NTP.E030.....26
Tabla 10. Desplazamientos máximos entre piso.....30
Tabla 11. Comparación de normas en distribución de fuerza sísmica en altura.....31
Tabla 12. Coeficiente de perfil de suelos “S”.....35
Tabla 13. Factor de zona Sísmica.....35
Tabla 14. Factor de importancia.....36
Tabla 15. Factor de modificación de la respuesta.....36
Tabla 16. Comparación de zonas sísmicas.....97
Tabla 17. Comparación de perfil de suelos.....98
Tabla 18. Comparación de factores de uso.....99
Tabla 19. Comparación de sistemas estructurales.....100
Tabla 20. Comparación de factor de reducción.....103
Tabla 21. Parámetros de Norma ACI 350.3-01.....113
Tabla 22. Comparación de espectro de respuesta ACI 350.....114
Tabla 23. Espectro De Sismo ACI 350.3-01 Y NTPE.030 impulsiva.....115
Tabla 24. Espectro De Sismo ACI 350.3-01 Y NTPE.030 convectiva.....115
Tabla 25. Fuerza Axial Convectivo Aci 350 Octogonal.....117
Tabla 26. Fuerza axial convectiva octogonal.....118
Tabla 27. Fuerza Axial impulsiva Aci350.3 Octogonal.....119



Tabla 28. Fuerza axial impulsiva octogonal 119

Tabla 29. Momento flector Convectivo Aci350.3 Octogonal 120

Tabla 30. Momento convectivo octogonal..... 121

Tabla 31. Momento flector Impulsivo Aci350.3 Octogonal 122

Tabla 32. Momento impulsivo octogonal 122

Tabla 33. Fuerza convectiva Aci350.3 Octogonal..... 123

Tabla 34. Fuerza cortante convectiva octogonal 124

Tabla 35. Fuerza impulsiva Aci350.3 Octogonal 125

Tabla 36. Fuerza impulsiva octogonal..... 125

Tabla 37. Fuerza Axial Convectivo Aci350.3 Rectangular 126

Tabla 38. Fuerza axial convectiva rectangular 127

Tabla 39. Fuerza Axial impulsiva Aci350.3 rectangular 128

Tabla 40. Fuerza axial impulsiva rectangular 128

Tabla 41. Momento flector convectivo Aci350.3 rectangular 129

Tabla 42. Momento convectivo rectangular 130

Tabla 43. Momento flector Impulsivo Aci350.3 rectangular 131

Tabla 44. Momento impulsivo rectangular 131

Tabla 45. Fuerza cortante convectiva Aci350.3 rectangular 132

Tabla 46. Fuerza cortante convectiva rectangular..... 133

Tabla 47. Fuerza impulsiva Aci350.3 rectangular 134

Tabla 48. Fuerza impulsiva rectangular 134

Tabla 49. Fuerza Axial E.030 octogonal 135

Tabla 50. Fuerza axial octogonal 136

Tabla 51. Momento flector E.030 octogonal 137

Tabla 52. Momento flector octogonal 137

Tabla 53. Fuerza cortante E.030 octogonal 138

Tabla 54. Fuerza cortante octogonal 139

Tabla 55. Fuerza Axial E.030 rectangular 140

Tabla 56. Fuerza axial rectangular 140

Tabla 57. Momento Flector E.030 rectangular 141

Tabla 58. Momento flector rectangular 142

Tabla 59. Fuerza cortante E.030 rectangular 143

Tabla 60. Fuerza cortante rectangular 143

Tabla 61. Derivas Tanque Octogonal Aci Convectiva 145

Tabla 62. Derivas Tanque Octogonal Aci impulsiva 146

Tabla 63. Derivas Tanque Octogonal E.030 147

Tabla 64. Derivas Tanque rectangular ACI convectiva 148

Tabla 65. Derivas Tanque rectangular ACI impulsiva 149

Tabla 66. Derivas Tanque rectangular E.030 150

Tabla 67. Comparación de fuerzas axiales en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular 151

Tabla 68. Comparación de fuerzas axiales en masas impulsiva de tanque octogonal frente a uno rectangular 152



Tabla 69. Comparación de momentos flectores en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular..... 153

Tabla 70. Comparación de momentos flectores en masas impulsivas de tanque octogonal frente a uno rectangular..... 154

Tabla 71. Comparación de fuerza cortante en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular..... 155

Tabla 72. Comparación de fuerza cortante en masas impulsivas de tanque octogonal frente a uno rectangular..... 156

Tabla 73. Comparación de fuerza axial de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030..... 157

Tabla 74. Comparación de momentos flectores de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030..... 158

Tabla 75. Comparación de fuerzas cortantes de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030..... 159

Tabla 76. Comparación de derivas entre piso ACI 350.3 convectiva- impulsiva de un tanque octogonal..... 160

Tabla 77. Comparación de derivas entre piso ACI 350.3 convectiva- impulsiva de un tanque rectangular..... 161

Tabla 78. Comparación de derivas entre piso E.030 de un tanque octogonal y rectangular..... 162

CAPITULO I

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente se ejecuta un proyecto de saneamiento en la zona en estudio; proyecto que beneficiara a la población de alto Qosqo con la construcción del reservorio (tanque elevado), para la eficiente distribución de agua potable, los beneficiarios serán 6253 familias incrementando la cobertura, en la actualidad el proyecto viene siendo ejecutado por la municipalidad de San Sebastián y con la participación proactiva de los vecinos.

Los pobladores presentan frecuentes casos de enfermedades respiratorias, gastrointestinales y parasitarias lo cual incrementa la mortalidad de la población ya que no cuentan con un adecuado sistema de saneamiento y con una dotación constante de agua potable; la población debido a ello tiende a almacenar agua para su consumo diario lo cual conlleva a una inadecuada calidad de vida para los pobladores.

El incremento demográfico en el distrito de San Sebastián crece anualmente de manera considerable, la dotación de agua para el consumo no satisface las necesidades de los pobladores, la dotación diaria de agua para el consumo es inadecuada en el sector por el cual el uso de tanques elevados tendrá un desempeño óptimo y adecuado, beneficiando a la población del sector.

Figura 1. Área del proyecto



Fuente: Propia



1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL

¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el Proyecto de Saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y NTE.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?

1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

Problema específico N° 1:

- ¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a las fuerzas axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?

Problema específico N° 2:

- ¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?

Problema específico N° 3:

- ¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?

**Problema específico N° 4:**

- ¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

En los últimos años se ha observado que la ciudad del Cusco ha tenido un crecimiento demográfico significativo, por consiguiente la expansión territorial ha sido inevitable. Dicha expansión se ha centrado en los alrededores de esta ciudad, teniendo como resultado la aparición de muchas viviendas a lo largo de la cuesta de los cerros que la rodean. Por ello los sistemas de saneamiento y abastecimiento de agua deben emplear otro tipo de instalaciones, planteando sistemas que hagan uso de pendientes y altura.

Tal es el caso del proyecto de saneamiento desarrollado en la localidad de Alto Qosqo, en el cual se hará uso de un tanque elevado y un reservorio para dotar de agua potable a toda esa zona, por lo cual se requerirá determinar qué tipo de tanque presenta mayor eficiencia en cuanto a su funcionalidad, planteándose como un futuro modelo para el desarrollo de otros proyectos similares.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La finalidad de determinar cuál de los modelos de tanque elevado (de diferente configuración y geometría); para posteriormente comparar los resultados que se obtendrán, permitirá evaluar cuál de ellos es más eficiente en cuanto a su comportamiento frente a un sismo para la zona en mención; lo cual beneficiará a la población de dicha localidad, pues terminado el estudio se podrá optar por el mejor modelo, brindando mayor seguridad en términos generales a dicha población.



Al mismo tiempo los estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil se verán beneficiados puesto que la investigación en mención dará hincapié a futuros proyectos. Por otro lado los Ingenieros Civiles tendrán acceso a más información sobre el tema y podrían hacer uso de ello para desarrollar nuevos estudios y en base a los resultados y conclusiones del presente trabajo desarrollar proyectos en obras de saneamiento de condiciones similares.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

En la presente investigación no se requerirá realizar ensayos físicos - mecánicos, pues el estudio básicamente se centra y se limita al uso del software ETABS V16.02. Los instrumentos necesarios son accesibles y los registros y fichas técnicas están al alcance del investigador. El programa ETABS V16.02, cuya instalación no es complicada de realizar, se encuentra disponible en el mercado, haciendo uso de las versiones de prueba, dicho programa tiene en su base de datos la Norma Técnica Peruana E.030 y el espectro de respuesta para diferentes parámetros de sismo (ZUSC).

1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

La ingeniería ha tenido grandes innovaciones en los últimos años por lo que el estudio de un tema como el que se presenta es de vital importancia para continuar con los avances y al mismo tiempo mejorar el proceso constructivo de estructuras similares, pues con el tiempo (con el crecimiento demográfico que se presenta en la ciudad del Cusco) el uso de este tipo de tanques será más frecuente para las nuevas poblaciones aledañas. La investigación se justifica ya que no se tienen investigaciones similares realizadas para la zona en mención donde se comparen los resultados de dos tipos de tanques de diferente forma y/o configuración.

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Espectros sísmicos de los últimos 60 años
- Programa de modelamiento ETABS V16.02;
- Estudio de suelos y cimentación asumidos de acuerdo al expediente técnico del proyecto
- Configuración estructural de forma octogonal



- Configuración estructural de forma rectangular
- Sistema de placas
- Ciudad del Cusco (San Sebastián – Alto Qosqo)
- Espesor y altura de las paredes del tanque
- Volumen de agua que contendrán ambos tanques
- Norma americana FEMA 2009
- Registro de espectro de respuesta impulsiva
- Registro de espectro de respuesta convectiva
- Norma ACI 350
- Norma ACI 318
- Norma Técnica E0.30

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Objetivo específico N° 1:

- Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a las fuerzas axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

Objetivo específico N° 2:

- Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI



318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y diseño estructural hidrodinámico.

Objetivo específico N° 3:

- Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

Objetivo específico N° 4:

- Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

1.5.2 SUB HIPÓTESIS

Sub-hipótesis específico N° 1:

- Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a los esfuerzos axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.

Sub-hipótesis específico N° 2:

- Un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.

Sub-hipótesis específico N° 3:

- Un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.

Sub-hipótesis específico N° 4:

- Un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.

1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES**1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Variable Independiente #01: Parámetros de diseño sísmico de la norma ACI 318 para diseño de tanques de concreto armado.

Descripción: Factores, parámetros y criterios respecto al análisis hidrodinámico de tanques.

Variable Independiente #02: Configuración estructural (volumen y altura del reservorio, espesor de paredes y muros).



Descripción: Parámetros de configuración estructural respecto al análisis hidrodinámico de los tanques.

1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Variable Dependiente #01: Desplazamientos

Descripción: Parámetros de acción de fuerzas, esfuerzos internos y desplazamientos en acción de cargas propias.

Variable Dependiente #02: Fuerzas cortantes

Descripción: Esfuerzos que se generan en los elementos estructurales debido a cargas o sollicitaciones sísmicas.

Variable Dependiente #03: Momentos flectores

Descripción: Esfuerzos que se generan en los elementos estructurales debido a cargas o sollicitaciones sísmicas.

Variable Dependiente #04: Fuerzas axiales

Descripción: Es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. Estas fuerzas pueden ser de compresión o de tensión, dependiendo de la dirección de la fuerza.

1.6.3 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN	NIVEL	INDICADOR/ UNIDAD	INTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE	DESPLAZAMIENTOS	Parámetros de acción de fuerzas, esfuerzos internos y desplazamientos en acción de cargas propias.	Cortante basal	Tonelada	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
			Distorsiones de entre piso en función a sus alturas	Metros	
	FUERZAS CORTANTES	Esfuerzos que se generan en los elementos estructurales.	Peso sísmico efectivo	Toneladas	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
	MOMENTOS FLECTORES	Momentos flectores en elementos estructurales.	Cortante basal	Ton-m	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
	FUERZAS AXIALES	Es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. Estas fuerzas pueden ser de compresión o de tensión, dependiendo de la dirección de la fuerza.	Carga de servicio	Toneladas	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
Propiedades físicas de los materiales			Kg-cm		
VARIABLE INDEPENDIENTE	Parámetros de diseño sísmico de la Norma ACI 318 para diseño de tanques de concreto armado	Factores, parámetros y criterios respecto al análisis hidrodinámico de tanques.	Modos de vibración	Segundos	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
			Empujes	Toneladas	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
	Configuración estructural (volumen y altura del reservorio, espesor de paredes y muros)	Parámetros de configuración estructural respecto al análisis hidrodinámico de los tanques.	Dimensión de elementos estructurales	Metros	NORMA ACI 318-350 / NTP E030
			Distribución del acero	Metros	NORMA ACI 318-350 / NTP E030

Fuente: Elaboración Propia

**CAPITULO II****2.0 MARCO TEORICO****2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACION ACTUAL****2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

AUTOR : GINO SALCEDO SANTILLAN

TITULO : ESTUDIO DEL “PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN, SISTEMA DE BOMBEO Y TANQUE ELEVADO PARA AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO RURAL (CPR) PICAPIEDRA DISTRITO DE PACHACAMAC

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

LUGAR : LIMA - PERÚ

AÑO : 2005

El presente proyecto fue estudiado y luego ejecutado en el Centro Poblado rural (CPR) de Picapiedra, distrito de Pachacamac y departamento de Lima. El CPR Picapiedra se encuentra posicionado entre dos cerros, los cuales provocan una remarcada pendiente sobre el poblado, por tal motivo se puede observar dos posiciones bien definidas, una son las viviendas que se encuentran en la parte baja, y segundo las que se encuentran en la parte alta respectivamente.

Con la ejecución del presente proyecto se pretendió abastecer ambas zonas del poblado, de manera que el primer reservorio abastecería a la parte baja y el proyectado la parte alta, mejorando así el suministro y la situación



sanitaria de la zona, diseñando para ello líneas de impulsión y sus correspondientes accesorios así como una adecuada selección de un sistema de bombeo.

CONCLUSIONES:

Se llegaron a las siguientes conclusiones

- Las tuberías de PVC ofrecen buena eficiencia hidráulica, menores pérdidas por fricción, y son capaces de soportar las presiones producidas por golpe de ariete.
- Una buena selección de la bomba es trascendental para completar todo buen sistema de distribución de agua potable, por ende asegurará una larga y satisfactoria operación.

2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

AUTOR : CESAR A. VELASQUEZ

TITULO : ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE TANQUES
DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

LUGAR : BOGOTA-COLOMBIA

AÑO : 2004

La presente tesis parte del enunciado que alrededor del mundo el instrumento más utilizado para el almacenamiento de líquidos como el agua para usos de consumo humano son los tanques y reservorios, a ello se contraponen los fenómenos naturales y la fuerte actividad sísmica en diferentes países que terminan por dañar dichas estructuras con daños irreversibles, por ello el tesista busca identificar métodos simplificados de



diseño y calculo estructural. Mediante dichas metodologías busca determinar los sobreesfuerzos y verificar los elementos que soportan gran parte de la fuerza sísmica.

CONCLUSIONES:

Con los datos obtenidos del análisis antes mencionado se generaron procedimientos simples y prácticos para la realización de una estructura nueva, con un mínimo impacto a nivel arquitectónico, funcional y económico cuando se trate de una rehabilitación. Aumentar local nacional internacional.

2.1.3 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

AUTOR : JORGE ANTONIO CUSIHUALLPA MAMANI

TITULO : ANÁLISIS DE LAS MAGNITUDES DE LOS PARÁMETROS DE RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO ZONA SUR DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DEL CUSCO SEGÚN LA NORMA ACI 350.3-01 Y CONSIDERACIONES DE LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

LUGAR : CUSCO - PERÚ

AÑO : 2016

La presente investigación tuvo como objetivo efectuar el análisis de los parámetros de respuesta estructural del Reservoirio Zona Sur Este ubicada en la Ciudad del Cusco, estructura circular de concreto armado de tipo apoyado, según la Norma ACI 350.3-01 y consideraciones de la Norma Peruana E.030 (Sismorresistente).



Se tomó en consideración las características hidrodinámicas del líquido contenido en la estructura ocasionadas por la presencia de un sismo, al tener éste un comportamiento de oleaje en la superficie libre del fluido.

Para llevar a cabo la investigación se tomó como base el modelo propuesto por G. W. Housner aplicándolo mediante la Norma ACI 350.3-01 para el análisis sísmico, y para la modelación del mismo se usó el software SAP2000, del cual se obtuvieron los archivos de respuesta que después fueron analizados.

CONCLUSIONES:

Se ha logrado verificar la HIPÓTESIS GENERAL “El procedimiento a realizar mediante la aplicación de la normativa ACI 350.3-01 y las consideraciones de la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente es claro y replicable para determinar la magnitud de los parámetros de respuesta estructural del Reservorio de concreto armado Zona Sur Este”, pudiéndose realizar el procedimiento de análisis dinámico de este tipo de estructuras guiándose del flujograma de procesos

2.2 ASPECTOS TEORICOS PERTINENTES

2.2.1 DEFINICIÓN DE UN TANQUE ELEVADO

Los tanques son estructuras especiales construidas con el propósito de almacenar algún material o sustancia, son principalmente utilizados para almacenar agua u otro tipo de líquidos, tales como combustibles y químicos. Estas estructuras también pueden ser utilizadas para almacenar gases y desperdicios tanto sólidos como líquidos como también formar parte de procesos productivos o de manufactura, para almacenamiento de granos, y a veces son utilizados como reactores.

Los tanques, especialmente los que se utilizan para el almacenamiento de agua, son estructuras de vital importancia para la sociedad y el diseño correcto de esto es indispensable ya que la pérdida o derrame del líquido debido a la falla de un tanque podría llegar incluso a costar la pérdida de vidas humanas, especialmente (Salvo Huerta, 2014) tanques elevados

2.2.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Existen varios criterios para clasificar los tanques. Una de las formas más básicas de clasificar este tipo de estructuras es considerando su forma, algunas de las formas más comunes de tanques son:

- Forma rectangular
- Forma cuadrada
- Forma cilíndrica

Figura 2. Tanque cilíndrico



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)

Figura 3. Tanque rectangular



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)

La forma cilíndrica por ejemplo es una de las formas más económicas y fáciles de construir. El criterio principal que se utiliza para determinar la forma del tanque es el uso para el cual

es proyectado, ya que las propiedades físicas del material almacenado juegan un papel preponderante al momento de efectuar el diseño, otros criterios que se utilizan para escoger la forma del Tanque es el espacio con el que se cuenta para construir este, el material que se va a utilizar en la construcción y el costo de la estructura.

En la forma del tanque también juega un papel importante el espesor que se le dará a las paredes, la razón altura/radio del tanque así como las cargas que este deberá resistir a lo largo de su vida útil.

Otra forma de clasificación bastante aceptada es la que da la presión interna del tanque, por la cual se tiene la siguiente discriminación:

(Salva Huertas,2014)

- Tanques atmosféricos
- Tanques de baja presión
- Tanques de alta presión (Pressure Vessels)

Dependiendo de la elevación del fondo del tanque con respecto al nivel del terreno se obtiene la siguiente clasificación:

- Tanques enterrados
- Tanques superficiales
- Tanques elevados

Figura 4. Tanque cilíndrico superficial



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)

Figura 5. Tanques elevados unipolares



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)

Los tanques construidos sobre el terreno tienen casi toda su estructura expuesta, la cual se encuentra apoyada sobre el terreno o sobre su fundación en concreto; algunas de las ventajas que posee este tipo de tanque con relación a los tanques enterrados son:

- Mayor facilidad de construcción
- Se pueden construir con mayor capacidad de almacenamiento
- Menor costo

Los tanques construidos bajo el terreno son más pequeños como se mencionó anteriormente, debido a que estos en su etapa de diseño requieren de consideraciones especiales que toman en cuenta la presión que ejerce el suelo sobre ellos, usualmente este tipo de tanques se utilizan para almacenar combustibles o productos químicos, la mayoría de los tanques construidos bajo el terreno son de concreto, debido a que este material resiste mucho mejor las cargas ejercidas por el suelo.

(Salva Huertas, 2014)

Existen otros tipos de clasificaciones para tanques como por ejemplo:

a. Tanques cerrados

Dentro de esta clasificación hay una subdivisión dependiendo de la forma que tenga la cubierta, esta forma se determina y se escoge dependiendo del uso que se le vaya a dar y de las dimensiones del tanque, algunas cubiertas son más eficientes que otras, resistiendo las presiones generadas tanto por el líquido almacenado, como por el viento y otras cargas que actúan en la estructura.

(Salva Huertas, 2014)

b. Tanques abiertos

Otra forma de clasificar los tanques es por el material que se utiliza para su construcción, la selección del material se realiza basándose en el costo, facilidad y rapidez de construcción, resistencia a la corrosión, compatibilidad con el material que se va a almacenar y en algunos casos por la disponibilidad que se tenga del material en la zona de construcción. Teniendo en cuenta los materiales de construcción se obtiene la siguiente división.

(Salva Huertas, 2014)

- Tanques de concreto reforzado
- Tanques de acero
- Tanques de aluminio

Cada uno de estos tanques posee ciertas particularidades que los hacen idóneos o apropiados para almacenar cierto tipo de líquido o material. Los tanques de acero son los más comunes, esto se debe porque el acero es un material bastante comercial y con un costo relativamente bajo, además de que el proceso constructivo que permite, es ágil, eficiente y de bajo costo, su principal uso es en el almacenamiento de líquidos y gas.

Figura 6. Tanque de acero para almacenar combustible



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)

Los tanques de concreto son utilizados para almacenar líquidos, como tanques de sedimentación, tanques para manejo de desperdicios o para almacenamiento de granos (Silos); este tipo de tanques es de un alto costo en comparación con los tanques de acero, aunque esta desventaja la compensan con una mayor capacidad para resistir cargas.

Un tanque de concreto debe ser diseñado y construido para retener el líquido que almacena sin permitir que el mismo pase a través de sus paredes y el fondo, es decir que sea lo más impermeable posible bajo la acción de las cargas a las cuales va a estar sometido.

(Salva Huertas, 2014)

El concreto para estructuras que almacenen líquidos debe ser de baja permeabilidad y resistente a la corrosión química, esta cualidad es necesaria para prevenir el goteo a través del concreto y proveer protección contra la corrosión del refuerzo.

El concreto debe ser resistente a la acción de químicos, a la humedad y al ambiente; otra consideración importante en los tanques de concreto es el control de grietas, así el espesor asignado a las paredes del tanque debe ser suficiente para evitar los agrietamientos, de manera que es importante que se describan detalladamente las especificaciones que deben cumplir el concreto que se va a utilizar, además que clase de impermeabilizador será necesario para garantizar el buen funcionamiento del tanque.

Aunque los usos que se le pueden dar a un tanque de concreto son algo limitados en comparación con un tanque de acero, estos resultan más apropiados cuando se necesita que el tanque se mantenga en servicio durante emergencias.

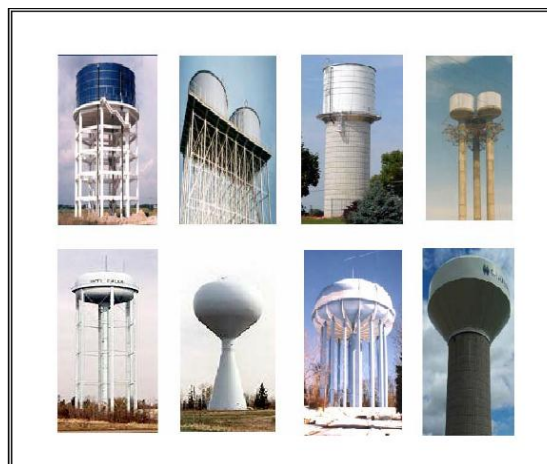
(Salva Huertas, 2014)

2.2.2.1 TANQUES ELEVADOS PARA GRANDES GRUPOS POBLACIONALES

Estos son los tanques elevados con gran capacidad de almacenamiento, estas estructuras son utilizadas para almacenar y suministrar agua a grupos de personas que se encuentren en un pueblo o ciudad.

El sistema de apoyo de estos tanques es variado y va desde estructuras unipolares, es decir un solo apoyo desde la base que puede ser de concreto o de acero, hasta sistemas más complejos de múltiples apoyos los cuales son principalmente metálicos.

Figura 7. Tanques elevados para suministro a poblaciones



Fuente: (SALVA HUERTAS, 2014)



2.2.3 FILOSOFÍA DEL ANÁLISIS

El diseño de estos tanques no solo requiere que el proyectista cumpla con los requisitos mínimos de capacidad, sino que también hay que tomar en consideración requisitos mínimos de serviciabilidad; de esta manera el tanque debe ser capaz de resistir las cargas aplicadas sin que ocurran grietas mayores que puedan ocasionar filtraciones y pérdidas de líquido, para estar seguro que se cumple con estos requisitos es indispensable proveer una cantidad y una distribución adecuada del refuerzo a utilizar, además de un buen diseño y construcción de juntas, de igual manera la utilización de concreto de buena calidad.

Las cargas para las cuales se realiza el análisis y el diseño del tanque varían dependiendo de varias razones, lugar donde se colocara el tanque, función principal del mismo, importancia que tiene sobre la estructura y las consecuencias si llegara a ocurrir una falla en el mismo. Basándose en estos criterios podemos identificar los estados de carga para los cuales se podría analizar y diseñar un tanque, las cuales son:

(Salva Huertas, 2014)

- Cargas gravitacionales
- Cargas por presiones internas
- Cargas sísmicas
- Cargas de viento
-

2.2.3.1 ANALISIS MODAL ESPECTRAL

Este inciso trata el análisis modal que con más propiedad se llama análisis modal espectral, ya que implica el uso simultáneo de modos de vibrar y espectros de diseño. El cálculo paso a paso de la respuesta sísmica de edificios también puede ser modal, es decir, podría hacerse encontrando en primer lugar los modos y periodos de vibrar, aunque la excitación sísmica se define mediante acelerogramas de temblores reales o simulados en vez de espectros

. (Ministerio de Vivienda, NTP E030 Diseño Sismo Resistente, 2006)

2.2.3.2 ESPECTROS DE DISEÑO

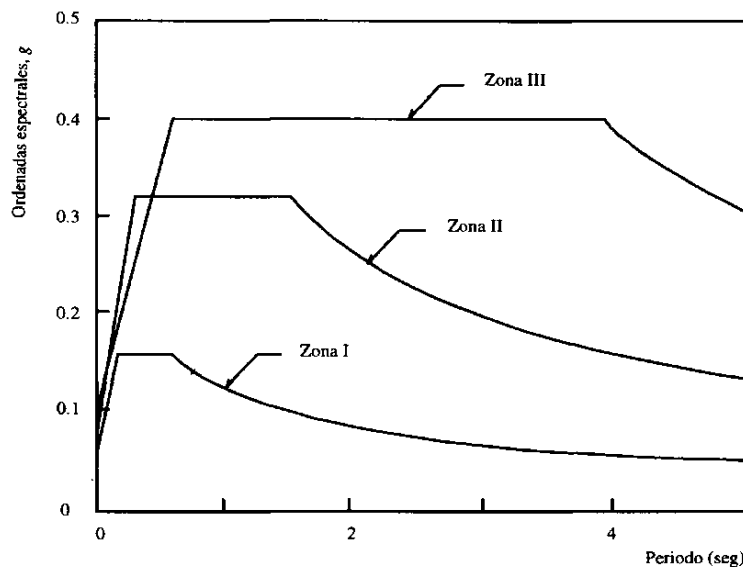
Los espectros de temblores reales tienen forma irregular y presentan variaciones bruscas en la respuesta máxima en función del periodo natural. Por tanto, es posible que dos estructuras que tengan casi las mismas características dinámicas, respondan de manera

bastante distinta a un sismo dado. En la práctica este hecho tiene menos importancia de la que parece a primera vista, gracias a la influencia del amortiguamiento que hace menos bruscas las variaciones de los espectros, ya que no se conoce con certeza el periodo natural por las incertidumbres que existen en el cálculo de masas y rigideces, y a las incursiones de la estructura en el intervalo inelástico, así como la interacción suelo-estructura, modifican el periodo fundamental de vibración.

Con base en las ecuaciones correspondientes, la figura 9 muestra espectros elásticos de pseudo – aceleraciones.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 Diseño Sismo Resistente, 2006)

Figura 8. Espectros de diseño según las zonas



Fuente:

de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

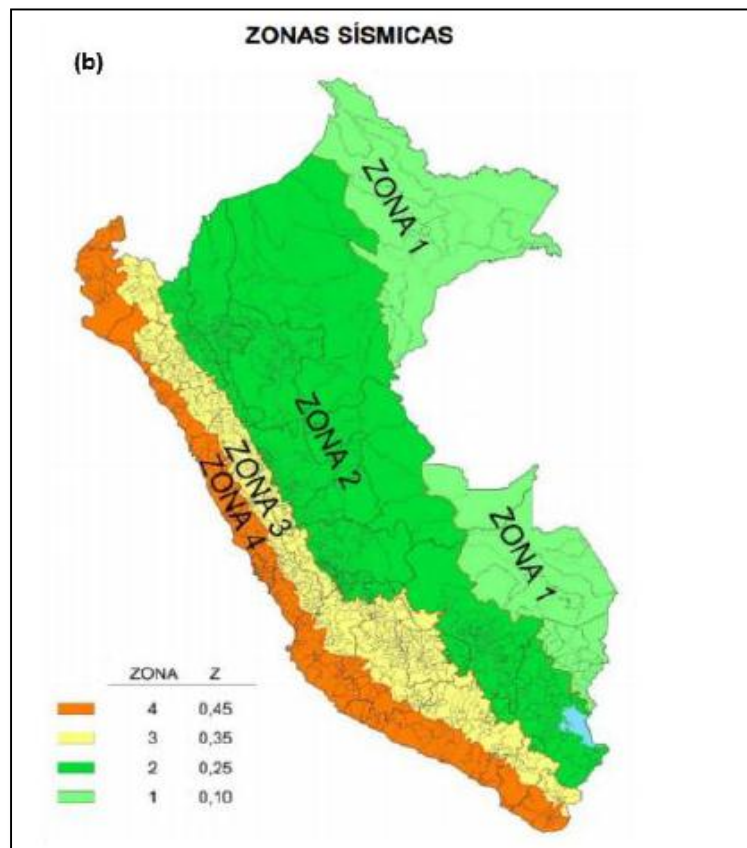
(Ministerio

2.2.4 NORMA TECNICA PERUANA DE DISEÑO SISMORESISTENTE E030

2.2.4.1 ZONIFICACIÓN

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica.

Tabla 2. Tabla comparativa de zonificación.



Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.2 ESTUDIOS DE SITIO

Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño. No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.3 PERFILES DE SUELO

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternativamente el promedio ponderado de los N_{60} obtenidos mediante un ensayo estándar de penetración (SPT) para suelos granulares o el promedio ponderado de la resistencia al corte no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores

del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación. Para los suelos granulares se calcula $N\bar{60}$ considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos cohesivos la resistencia al corte no drenado $\bar{S}u$ se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo. Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de $N\bar{60}$ para los estratos con suelos granulares y de $\bar{S}u$ para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la más desfavorable, es decir, la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geológicas conocidas.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

Tabla 3. Análisis comparativo de factor de suelo.

TABLA N°3 PARÁMETROS DEL SUELO				
Tipo	Descripción		S ₂	S ₃
S1	Roca o suelos muy		0.40	1,00
S2	Suelos intermedios		0.60	1,20
S3	Suelos flexibles – estratos de gran espesor		0.90	1,40
S4	Condicioens		*	*
FACTOR “S”				
	S0	S1	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00
PERIODO “T_P” Y “T_L”				
PERFIL DE SUELO				
	S0	S1	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente:(Ministerio de Vivienda, NTP E030 Diseño Sismo Resistente, 2006), (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.4 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo. Dependerá de las condiciones para realizar el cálculo del factor de amplificación sísmica.

Tabla 4. Comparación de Amplificación sísmica.

Factor De Amplificación Sísmica	
$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 5. Categorización de edificaciones según NTP.E030 del 2016

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud, como hospitales, institutos o similares, según clasificación del Ministerio de Salud, ubicados en las zonas sísmicas 4 y 3 que alojen cualquiera de los servicios indicados en la Tabla N° 5.1.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Hospitales no comprendidos en la categoría A1, clínicas, postas médicas, excepto edificios administrativos o de consulta externa. (Ver nota 2) - Puertos, aeropuertos, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como colegios, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificios en centros educativos y de salud no incluidos en la categoría A. Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como teatros, estadios, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 3

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.6 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Para determinar si la estructura irregularidad en el proyecto de la Norma Técnica Peruana E.030 cuenta con factores de irregularidad I_a e I_p .

Tabla 6. Irregularidad en altura NTP.E030

Tabla N° 6 Irregularidades Estructurales En Altura	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando, En cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión (deriva) de entrepiso es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores	0,75
Irregularidad Extrema de Rigidez Irregularidad Extrema de Resistencia	0,5 (Ver Tabla N° 10)
Irregularidad de Masa o Peso	0,90
Irregularidad Geométrica Vertical	0,90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.	0,80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0,60

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

Tabla 7. Irregularidad en altura NTP.E030

Tabla N° 7 Irregularidades Estructurales En Planta	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional	0,75
Irregularidad Torsional Extrema	$0,75 \left(3,0 \frac{\Delta_{\min}}{\Delta_{\max}} \right)$
Esquinas Entrantes	0,90
Discontinuidad del Diafragma	0,85
Sistemas no Paralelos	0,90

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.7 SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección tal como se indica en la Tabla N°6. Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R). Para el diseño por resistencia última las fuerzas sísmicas internas deben combinarse con factores de carga unitarios. En caso contrario podrá usarse como (R) los valores establecidos en Tabla N°8 previa multiplicación por el factor de carga de sismo correspondiente.

Tabla 8. Sistemas Estructurales NTP.E030

Tabla N°8 Sistemas Estructurales	
Sistema Estructurales	R
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero:	6,5
Arriostres Excéntricos. Arriostres en Cruz.	6,0
Concreto Armado	
Pórticos ⁽¹⁾ .	8
Dual ⁽²⁾ .	7
De muros estructurales ⁽³⁾ . Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾ .	6 4
Albañilería Armada o Confinada ⁽⁵⁾ .	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según Artículo 16 (16.2)
3. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.
4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.
5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6

2.2.4.8 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla.

Tabla 9. Categoría de las estructuras de las edificaciones Proyecto NTP.E030

Categoría de la Edificación.	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Pórticos arriostrados de acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
A2 (*)	4, 3 y 2	Pórticos arriostrados de acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
	1	Cualquier sistema
B	4, 3 y 2	Pórticos arriostrados de acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.9 MODELOS PARA ANÁLISIS

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigidez que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Para propósito de las Normas las estructuras de concreto armado y albañilería podrán ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.10 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.11 MODOS DE VIBRACIÓN

Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.12 ACELERACIÓN ESPECTRAL

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.13 CRITERIOS DE COMBINACIÓN

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso. La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Y los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1+\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

$\beta = 0,05$, fracción del amortiguamiento crítico, que se puede asumir constante para todos los modos. Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.14 COMBINACIONES DE CARGA

La Norma Técnica Peruana E.060 en el capítulo 9 nos da las combinaciones de carga para una resistencia requerida:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV + 1.4 CL$$

Con sismo y presión de líquido:

$$U = 1.25 (CM + CV + CL) \pm CS$$

Donde:

CM = Carga Muerta

CV = Carga Viva

CS = Carga de Sismo

CL = Carga de Presión de Líquidos

2.2.4.15 FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el Artículo 17 (17.3) para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.16 EFECTOS DE TORSIÓN

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.17 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso. En la norma se añade el desplazamiento máximo para edificaciones de ductilidad limitada, los valores son los mismos.

Tabla 10. Desplazamientos máximos entre piso.

TABLA N° 11 _A LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(A_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado	0,005

Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.18 ANÁLISIS ESTÁTICO

2.2.4.18.1 EL PERIODO FUNDAMENTAL

Se realizara el análisis en cada dirección, se calcula utilizando la misma fórmula y valores para C_T en la norma y en el proyecto.

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.18.2 FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante total en la base de la estructura, es la misma en la norma y el proyecto.

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

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

(Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.4.18.3 DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , se calcularán mediante:

Tabla 11. Comparación de normas en distribución de fuerza sísmica en altura.

NORMA E030	
$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$	
si $T < 0,5$	$k = 1,0$
si $T > 0,5$	$k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$
$F_i = \alpha_i \cdot V$	

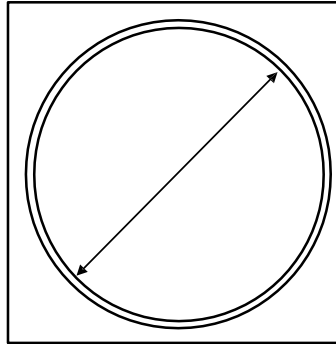
Fuente: (Ministerio de Vivienda, NTP E030 de diseño sismo resistente, 2016)

2.2.5 DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS CONTENEDORAS DE LÍQUIDOS (ACI 350.3-01)

2.2.5.1 ESTRUCTURAS SOBRE PEDESTALES

Son estructuras contenedoras de líquidos montadas sobre pedestales tipo fuste.

Figura 9. Plano circular del Tanque



Fuente:(ACI COMITE 350, 2001)

2.2.5.2 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Los muros, pisos y cubiertas de estructuras contenedoras de líquidos deben ser diseñados para resistir los efectos de ambas aceleraciones de diseño (horizontal y vertical), combinadas con los efectos de cargas estáticas de diseño aplicables.

Respecto a la aceleración horizontal, el diseño debe tomar en cuenta: los efectos de transferencia del corte basal total entre el muro y la zapata y entre el muro y el cielo; y la presión dinámica actuante en el muro sobre la base.

Efectos de la aceleración máxima horizontal y vertical deben ser combinados bajo el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.

(ACI COMITE 350, 2001)

2.2.5.3 CARGAS SISMICAS DE DISEÑO

A. Presiones sísmica sobre la base

Los muros de estructuras contenedoras de líquidos serán diseñados para las siguientes fuerzas dinámicas sumadas a las presiones hidrostáticas:

- Fuerzas de Inercia P_w y P_r .

- Presión impulsiva hidrodinámica P_i del líquido contenido.
- Presión convectiva hidrodinámica P_c del líquido contenido.
- Presión dinámica de tierra debido a suelos saturados y no saturados contra la porción enterrada del muro.
- Los efectos de la aceleración vertical.

(ACI COMITE 350, 2001)

B. Fuerzas dinámicas laterales.

Las fuerzas dinámicas laterales sobre la base serán determinadas como sigue:

$$P_w = ZSIC_i x \frac{\varepsilon W_w}{R_{wi}}$$

$$P'_w = ZSIC_i x \frac{\varepsilon W'_w}{R_{wi}}$$

$$P_r = ZSIC_i x \frac{\varepsilon W_r}{R_{wi}}$$

$$P_i = ZSIC_i x \frac{\varepsilon W_i}{R_{wi}}$$

$$P_c = ZSIC_c x \frac{\varepsilon W_c}{R_{wc}}$$

Dónde:

P_w	=	Fuerza de inercia del muro.
P_r	=	Fuerza de inercia de la cubierta.
εW_w	=	La masa efectiva del muro del tanque.
εW_r	=	La masa efectiva de la cubierta del tanque.
W_i	=	Componente impulsiva de la masa del líquido.
W_c	=	Componente convectiva de la masa del líquido.
Z	=	Factor de Zona Sísmica.
C_i	=	Factor de Amplificación Espectral Impulsiva.
C_c	=	Factor de Amplificación Espectral Convectiva.
I	=	Factor de Seguridad.
R_{wi}	=	Factor de Modificación de Respuesta Impulsiva.
R_{wc}	=	Factor de Modificación de Respuesta Convectiva.

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

C. Corte basal total.

El corte basal debido a fuerzas sísmicas aplicado en el fondo del estanque será determinado por la siguiente ecuación:

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

P_i = Fuerza total Impulsiva

P_c = Fuerza total Convectiva

(ACI COMITE 350, 2001)

D. Momentos dinámicos laterales.

El momento de flexión en la sección transversal completa del estanque, apenas sobre la base de la pared del estanque:

$$M_w = P_w \times h_w$$

$$M_c = P_c \times h_c$$

$$M_r = P_r \times h_r$$

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$$

$$M_i = P_i \times h_i$$

El momento volcante en la base del estanque, incluyendo el fondo del estanque y estructura soportante:

$$M_w = P_w \times h_w$$

$$M'_c = P_c \times h'_c$$

$$M_r = P_r \times h_w$$

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'^2_c}$$

$$M'_i = P_i \times h'_i$$

(ACI COMITE 350, 2001)

E. Aceleración vertical.

Los estanques serán diseñados para efectos de la aceleración vertical. La carga hidrostática (q_{hy}) del contenido del tanque será multiplicada, por la aceleración espectral (\ddot{u}_v) para representar la aceleración vertical.

Para estanques circulares:

$$C_v = \frac{1.25}{T_v^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{24 g t_w E_c}}$$

$$P_{hy} = \ddot{u}_v \times q_{hy}$$

Dónde:

$$\ddot{u}_v = Z S C I_v I \frac{b}{R_{wi}}$$

(ACI COMITE 350, 2001)

F. Aplicación de espectros de respuesta específicos

Los espectros de respuesta elástica específicos serán construidos para movimientos de suelo de un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años y 5% de amortiguamiento (Cociente de amortiguamiento $\beta = 5$) para la componente impulsiva y 0.5% de amortiguamiento (Cociente de amortiguamiento $\beta = 0.5$) para componente convectiva.

Tabla 12. Coeficiente de perfil de suelos "S"

Tabla (B) – Coeficiente De Perfil De Suelos S		
TIPO	DESCRIPCION DEL PERFIL	COEFICIENTE
A	Perfil con: (a) material rocoso caracterizado por una velocidad de onda de corte mayor que 2500 pies/seg (762m/s), o por otra forma conveniente de clasificación; o (b) medio-densa a densa o semirrígida a rígida con profundidades menores a 200 pies (60960mm).	1.0
B	Un perfil de suelo con predominancia de condiciones de suelo medio-densa a densa o semirrígida a rígida, donde la profundidad del estrato excede a los 200 pies (60960mm).	1.2
C	Un perfil de suelo con más de 20 pies (60960mm) de arcilla blanda a medio-rígida pero no más de 40 pies (12192mm) de	1.5
D	Un perfil de suelo con más de 40 pies (12192mm) de arcilla blanda caracterizado por una velocidad de onda de corte menor que 500 pies/seg (152.4 m/s).	2.0

Fuente:(ACI COMITE 350, 2001)

Tabla 13. Factor de zona Sismica.

Tabla (A) – Factor De Zona Sísmica Z	
Zona sísmica	Factor z
1	0.0075
2A	0.15
2B	0.2
3	0.3
4	0.4

Fuente:(ACI COMITE 350, 2001)

Tabla 14. Factor de importancia.

Tabla (C) - Factor De Importancia I	
Uso de estanque	Factor i
Estanques que contienen material peligroso	1.5
Estantes cuyo material contenido es usable para distintos propósitos después de un terremoto, o estanques que son parte de sistemas de salvataje	1.25
Otros	1.0

(ACI COMITE 350, 2001)

Tabla 15. Factor de modificación de la respuesta.

Tabla (D) – Factor De Modificación De La Respuesta “Rw”			
Tipo de estructura	Rwi superficial o en pendiente	Enterrado	Rwc
A. Anclados, base flexible	4.75	4.5+	1.0
B. Empotrados o simple apoyo	2.75	4	1.0
C. No anclados, llenos o vacíos **	2.0	2.75	1.0
D. Estanques elevados	3.0	-	1.0

Fuente:(ACI COMITE 350, 2001)

2.2.5.4 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS SÍSMICAS

Para tener en cuenta las complejas variaciones de presiones hidrodinámicas horizontales y verticales, las estructuras contenedoras de líquidos deben ser diseñadas según los siguientes cortes dinámicos y distribución de presiones en adición a la distribución de cargas estáticas:

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

A. Transferencia de corte

Las juntas muro-zapata y muro-cielo, deben ser diseñadas para las fuerzas de corte sísmico. Para bases de estanques Empotrados los cortes basales sísmicos se transmiten parcialmente por membranas de corte (tangencialmente) y la diferencia del corte radial que causa flexión vertical.

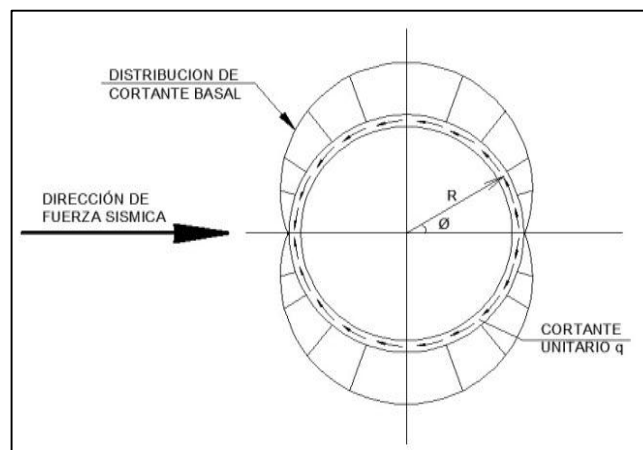
Para estanques con una razón altura/diámetro de 1:4 ($D/HL = 4.0$), aproximadamente un 20% de la fuerza de corte sísmico se trasmite por la reacción radial basal a la flexión vertical.

El 80% restante, se trasmite como un corte de transferencia tangencial Q . Para transmitir este corte tangencial Q , una fuerza distribuida q , se requiere para la interface muro/zapata, donde:

$$q = \frac{Q}{\pi R} \sin \theta$$

(ACI COMITE 350, 2001)

Figura 10. Transferencia de Corte

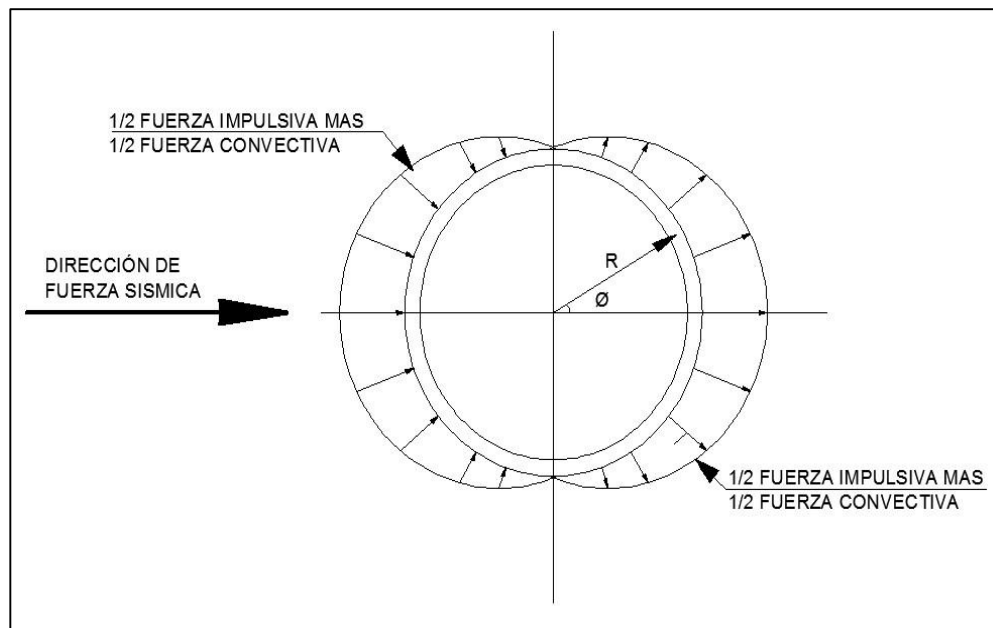


Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

El corte máximo tangencial ocurre en un punto del muro del estanque, orientado en 90 grados según la dirección sísmica de diseño evaluado y está dado por:

$$q_{max} = \frac{Q}{\pi R} = \frac{0.8V}{\pi R}$$

Figura 11. Distribución de Fuerzas Impulsivas y Convectivas.



Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

B. Distribución de fuerzas dinámicas sobre la base

Las paredes cilíndricas deben ser cargadas:

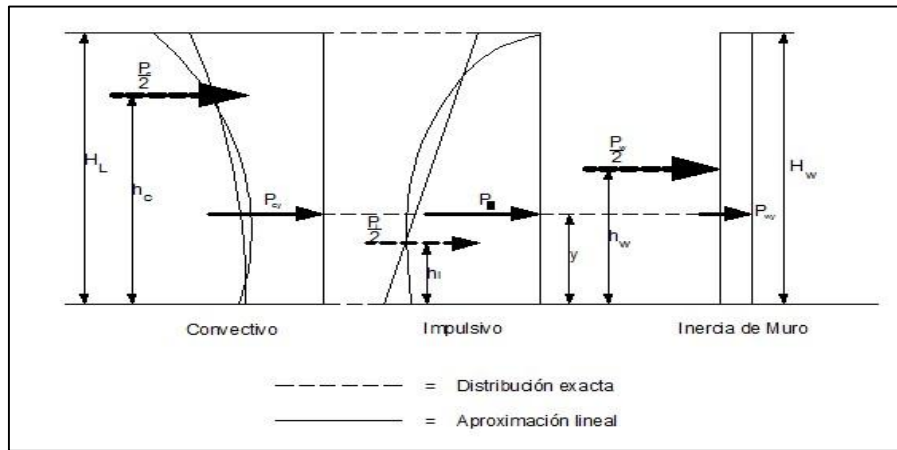
-Según la propia fuerza de inercia del muro distribuida uniformemente a través de toda la circunferencia.

-Con la mitad de la Fuerza Impulsiva (P_i) aplicada simétricamente con un $\theta = 0$ y actuando al exterior de una mitad del muro, la otra mitad de P_i , aplicada simétricamente con un $\theta = \pi$ actuando al interior de la mitad opuesta del muro.

-Con la mitad de la Fuerza Convectiva (P_c) aplicada simétricamente con un $\theta = 0$ y actuando al exterior de una mitad del muro, la otra mitad de P_c , aplicada simétricamente con un $\theta = \pi$ actuando al interior de la mitad opuesta del muro.

-Las presiones de Tierra y las presiones hidrostáticas de aguas subterráneas, aplicadas en la porción enterrada de la mitad de arrastre del estanque.

Figura 12. Grafica Distribución Vertical de Fuerzas Dinámicas



Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

Para muros con espesor constante, el cálculo es:

$$P_{wy} = \frac{P_w}{2H_w}$$

Para espesores con secciones variables son:

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2} \left[\frac{4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i)x \frac{y}{H_L}}{H_L^2} \right]$$

$$P_{cy} = \frac{P_c}{2} \left[\frac{4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c)x \frac{y}{H_L}}{H_L^2} \right]$$

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se asumen así:

$$P_{wy} = \frac{P_{wy}}{\pi R}$$

$$P_{iy} = \frac{2P_{iy}}{\pi R} x \cos \theta$$

$$P_{cy} = \frac{16P_{cy}}{9\pi R} x \cos \theta$$

2.2.5.5 ESFUERZOS

Los esfuerzos de flexión vertical y esfuerzos de corte en el muro y en la base del muro debido a la acción de las fuerzas laterales sísmicas serán calculados como si fueran shells, usando una distribución de presiones aceptables.

Las fuerzas de membrana hidrodinámica (anillo) en el muro cilíndrico correspondientes a cualquier nivel del líquido, y sobre la base del estanque serán determinadas por las siguientes ecuaciones:

$$N_y = \sqrt{(N_{iy} + N_{wy})^2 + N_{cy}^2 + N_{hy}^2}$$

Esfuerzo del anillo.

$$\sigma_y = \frac{N_y}{12t_w}$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

2.2.5.6 BORDE LIBRE

Oscilaciones De Ola: La aceleración sísmica hace que el fluido contenido comience a batirse, con desplazamiento vertical de la superficie de fluido. El desplazamiento vertical máximo ($d_{m\acute{a}x}$) será:

$$d_{m\acute{a}x} = \left(\frac{D}{2}\right) (ZS I_x C_c)$$

C_c = Factor de amplificación espectral

Donde se usen espectros de respuestas específicos para un sitio, el desplazamiento vertical máximo ($d_{m\acute{a}x}$), será:

$$d_{m\acute{a}x} = \left(\frac{D}{2}\right) I A_c = \left(\frac{D}{2}\right) I x n_c \frac{S_D}{g} \left(\frac{2\pi}{T_c}\right)^2$$

- Ac = Aceleración espectral de la Fuerza Convectiva.
nc = Factor de influencia de amortiguamiento.
SD = Desplazamiento Espectral correspondiente a Tc.

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

2.2.5.7 MODELO DINÁMICO

A. Masas equivalentes de líquidos acelerados:

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(D/H_L)]}{0.866(D/H_L)}$$

$$d_{m\acute{a}x} = \left(\frac{D}{2}\right) I A_c = \left(\frac{D}{2}\right) I x n_c \frac{S_D}{g} \left(\frac{2\pi}{T_c}\right)^2$$

- Wi = Masa equivalente de la componente impulsiva.
Wc = Masa equivalente de la componente convectiva.
WL = Masa total del almacén de líquidos.
D = Diámetro del estanque circular.
HL = Profundidad de diseño de depósito de líquidos.

Alturas en centros de gravedad, excluyendo la presión basal:

Cuando:

$$\frac{D}{H_L} < 1.333 \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{D}{H_L}\right)$$

hi = Altura sobre la base del muro al centro de gravedad de la fuerza lateral impulsiva.

Cuando:

$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333 \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

hc = Muro al centro de gravedad de la fuerza lateral convectiva.

Por lo tanto:

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.68(H_L/D)] - 1}{3.68(H_L/D) \times \sinh[3.68(H_L/D)]}$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

C. Alturas en centros de gravedad, incluyendo la presión basal:

Cuando:

$$\frac{D}{H_L} < 0.75 \quad \frac{h'_i}{H_L} = 0.45$$

Cuando:

$$\frac{D}{H_L} \geq 0.75 \quad \frac{h'_i}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{D}{H_L}\right)}{2x \tanh \left[0.866 \left(\frac{D}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8}$$

Por lo tanto:

$$\frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.68(H_L/D)] - 2.01}{3.68(H_L/D)x \sinh[3.68(H_L/D)]}$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

D. Propiedades dinámicas:

Ti = Periodo fundamental de oscilación del estanque más la componente impulsiva.

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}$$

Dónde:

 ω_i = Frecuencia circular del modo impulsivo de vibración.

C1 y Cw = Factor de amplificación de espectro para movimientos horizontales de la componente de impulsión.

$$C_1 = C_w \times 10 \sqrt{\frac{t_w}{12R}}$$

$$C_w = 9.375 \times 10^{-2} + 0.2039 \left(\frac{H_L}{D}\right) - 0.1034 \left(\frac{H_L}{D}\right)^2 - 0.1253 \left(\frac{H_L}{D}\right)^3 + 0.1267 \left(\frac{H_L}{D}\right)^4 - 3.186 \times 10^{-2} \left(\frac{H_L}{D}\right)^5$$

E. Factores de amplificación espectral c_i y c_c :

- Calculo de Amplificación Espectral de la Componente Impulsiva

Para $T_i \leq 0.31$ s

$$C_i = \frac{2.75}{S}$$

Para $T_i \geq 0.31$ s

$$C_i = \frac{1.75}{T_i^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

- Calculo de Amplificación Espectral de la Componente Impulsiva

Para $T_i \leq 0.31$ s

$$C_i = \frac{2.75}{S}$$

Para $T_i \geq 0.31$ s

$$C_i = \frac{1.75}{T_i^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

- Calculo de amplificación espectral de la componente impulsiva.

Para $T_c \geq 2.4$ s

$$C_c = \frac{6.0}{T_c^2}$$

Para $T_c \leq 2.4$ s

$$C_c = 1.5x \frac{1.25}{T_c^{2/3}} = \frac{1.85}{T_c^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

F. Coeficiente de masa efectiva ε :

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0$$

Fuente: (ACI COMITE 350, 2001)

2.2.6 DISEÑO SÍSMICO

Durante un sismo el terreno es acelerado y la perturbación sísmica es transmitida directamente a la torre de soporte o fuste (reservorios elevados). Las cargas de sismo que se inducen sobre la estructura por el principio de inercia, son proporcionales con las masas implicadas y con el amortiguamiento de cada una de las partes del sistema. Por tanto deberán considerarse la masa del sistema contenedor y la masa del líquido contenido.

Suponiendo que el reservorio está configurando en concreto armado, la masa total de la estructura (reservorio vacío), se calcula como el peso del mismo entre la fuerza de la gravedad y es una masa estática y como este normalmente es un sistema rígido, puede soportar hasta cierto límite fuerzas laterales o de corte (Aporte del concreto y del acero de refuerzo).

Por otra parte y suponiendo que el tanque está lleno o parcialmente lleno y que el líquido contenido sea agua, la perturbación sísmica genera aceleraciones en las paredes del tanque, lo que induce a que se produzcan movimientos inerciales del líquido confinado en la parte interior, este impacto del agua contra las paredes del tanque en movimiento, generan fuerzas impulsivas. De la misma forma y puesto que la parte superior de masa de agua total, no está confinada, (debido a la existencia de un borde libre), la perturbación dinámica, genera un oleaje periódico, que se traducen en presiones convectivas contra las paredes del tanque, que son una consecuencia lógica del movimiento inercial.

Estos impactos del agua contra las paredes del tanque, que se traducen en presiones impulsivas y convectivas se conocen como la Interacción Hidrodinámica Líquido – Estructura, y como es lógico pensar, tales efectos hidrodinámicos deben ser considerados de manera adicional con los esfuerzos provenientes de la interacción



hidrostática que genera en este caso el agua estancada o en reposo, y no solo como un efecto comparativo.

Para tomar en cuenta los esfuerzos provocados por la interacción Hidrodinámica Líquido – Estructura, el Código ACI 350, otorga modelos dinámicos con el uso de masas y resortes, todo ello basándose en el conocido Sistema Mecánico Equivalente de George W. Housner (1910-2008).

Los efectos hidrodinámicos inducidos son indispensables para determinar la fuerza cortante basal y el momento transmitido al sistema de cimentación, sin los cuales no se podría diseñar correctamente un Reservorio.

Para determinar lo más certero posible las cargas afectadas a un Reservorio, se hará uso de software como el ETABS V16.02.

2.2.7 COMBINACIONES DE CARGA

La ACI COMITÉ 350 en ACI 350-01 el capítulo 9 nos da las combinaciones de carga para una resistencia requerida:

Para cualquier combinación de D, L o F:

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

La ecuación de resistencia requerida será:

$$U = 1.4 D + 1.7 L + 1.7 F$$

Y donde D o L reducen los efectos de F:

$$U = 0.9 D + 1.7 F$$

Y con sismo:

$$U = 1.05 D + 1.28 L + 1.40 E$$

$$U = 0.90 D + 1.43 E$$

Con sismo y presión de líquido:

$$U = 1.05 D + 1.28 L + 1.28 F + 1.40 E$$

Donde:

D = Carga Muerta

L = Carga Viva

E = Carga de Sismo (Earthquake)

F = Carga de Presión de Líquidos o Fluidos

2.2.8 HIDRODINÁMICA

La hidrodinámica estudia la dinámica de los líquidos.

Para el estudio de la hidrodinámica normalmente se consideran tres aproximaciones importantes:

- Que el fluido es un líquido incompresible, es decir, que su densidad no varía con el cambio de presión, a diferencia de lo que ocurre con los gases;
- Se considera despreciable la pérdida de energía por la viscosidad, ya que se supone que un líquido es óptimo para fluir y esta pérdida es mucho menor comparándola con la inercia de su movimiento;
- Se supone que el flujo de los líquidos es un régimen estable o estacionario, es decir, que la velocidad del líquido en un punto es independiente del tiempo.

La hidrodinámica tiene numerosas aplicaciones industriales, como diseño de canales, construcción de puertos y presas, fabricación de barcos, turbinas, etc.

(Guía para la construcción de reservorios elevados de agua potable, 2005)

Daniel Bernoulli fue uno de los primeros matemáticos que realizó estudios de hidrodinámica, siendo precisamente él quien dio nombre a esta rama de la física con su obra de 1738, Hidrodinámica.

En el momento de la ocurrencia de un sismo, todas las estructuras se ven cometidas a esfuerzos, que si superan los esfuerzos de diseño se verán afectadas por un nivel de daño que incluso puede dejarlas inservibles; los tanques de almacenamiento elevados no son la



excepción a esta regla, incluso sobre estos pueden generarse efectos aún mayores que los que se presentan en otro tipo de estructuras.

Para el análisis de los efectos del agua sobre las paredes del tanque, los ingenieros cuentan con varias herramientas, las cuales según la forma de este son más o menos complejas, así para un tanque rectangular, dada la complejidad de los momentos en las zonas de las esquinas se tienen tablas que en función a la relación del lado y a la altura del líquido dan como resultados unos coeficientes que permiten suponer de manera conservadora los esfuerzos actuantes.

(Guía para la construcción de reservorios elevados de agua potable, 2005)

Otra forma de aproximarse a la solución es mediante uso de programas de computador que tengan implementados elementos finitos adecuados para tal fin, mediante los cuales se puede suponer una respuesta mucho más adecuada y precisa al problema.

Cualquiera que sea el camino escogido se deberá tener presente ciertos valores mínimos que exigen las normas y códigos internacionales para el diseño de este tipo de estructuras; además del valor límite que se pone a la que se pone a la resistencia de los materiales empleados, según sea el factor de seguridad que se requiera en cada instalación.

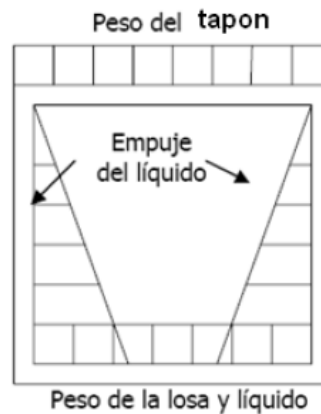
Se debe analizar el tanque para que este pueda soportar satisfactoriamente las fuerzas hidrostáticas ejercidas por los líquidos que en este caso será agua y la fuerza ejercida por los sismos, estas serán las dos fuerzas más críticas que tendría que soportar el tanque elevado; para el análisis se tomará una serie de consideraciones y criterios que nos serán útiles para el diseño como por ejemplo si los muros son de mampostería tienen que estar a sección llena, el espaciamiento del acero horizontal y vertical tiene que cumplir con lo mínimo que recomienda el IBC 2007.

(Guía para la construcción de reservorios elevados de agua potable, 2005)

Para tanques pequeños el fondo puede ser construido de forma plana. Las cargas que actúan sobre la estructura son las mostradas en la figura 4. Si el tanque es relativamente grande, puede ser necesario disponer vigas que sirva de apoyo a la losa de fondo. Sin embargo, en los más pequeños, esta se apoya en las paredes.

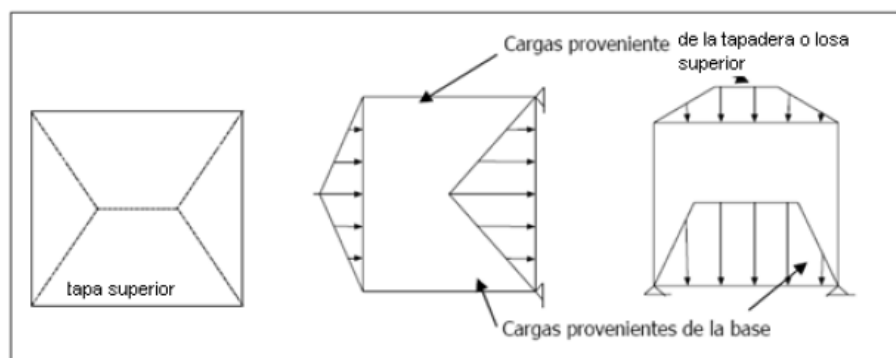
Las paredes, además del refuerzo requerido por el empuje hidrostático del agua, deben diseñarse para soportar las cargas que transmiten: el techo. De ser el caso, se diseñan como vigas peraltadas y se calculan con los criterios establecidos para dicha estructura. Las cargas a considerar se muestran en la figura.

Figura 13. Cargas actuantes en el tanque



Fuente:(Guía para la construcción de reservorios elevados de agua potable, 2005)

Figura 14. Cargas transmitidas a las paredes del tanque



Fuente:(Guía para la construcción de reservorios elevados de agua potable, 2005)

2.2.8.1 INTEGRACIÓN DE CARGAS

Para el diseño del tanque se debe de considerar una serie de características hipotéticas para la determinación de las cargas gravitacionales y fueras horizontales que se describen a continuación.



- Carga muerta

La carga muerta en el diseño consistirá en la suma de los pesos del hormigón armado para las columnas, vigas, muros, losas y la cimentación y los accesorios.

- Carga viva

La carga viva es la sumatoria del peso de las personas que intervienen en el montaje del tanque, o el mantenimiento y reparaciones del mismo, tomándose el valor mayor de ambas, en este caso tomaremos como carga viva el peso del agua.

- Cargas laterales (sismos)

Los sismos producen cargas laterales sobre las estructuras por medio de la interacción del movimiento del suelo y las características de respuesta de la estructura, las aceleraciones horizontales en este tipo son críticas.

(ACI COMITE 350, 2001)

2.2.8.2 ESPECTRO DE DISEÑO

Cuando se realiza el diseño de una construcción que se localizará en una zona de actividad sísmica alta se requiere un espectro que tenga en cuenta la actividad sísmica regional, para caracterizar la aceleración local máxima esperada.

Para definir el espectro se pueden utilizar los resultados de estudios de microzonificación locales, permitidos por la norma general.

(Hurtado, 1986)

2.2.8.3 MOMENTO FLECTOR

Se denomina momento flector (o también "flexor"), o momento de flexión, a un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión. Es una sollicitación típica en vigas y pilares y también en losas ya que todos estos elementos suelen deformarse predominantemente por flexión. El momento flector puede aparecer cuando se someten estos elementos a la acción de un momento (torque) o también de fuerzas puntuales o distribuidas.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)

Los signos que determinan los momentos flectores en vigas como positivos o negativos dependen del efecto que dicho momento produce, cuando el efecto del momento produce tensiones en las fibras inferiores de la viga se habla de un momento positivo, mientras que si el momento produce tensiones en las fibras superiores de la viga se hablara que se produjo un momento negativo.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)

2.2.8.4 FUERZA CORTANTE

La fuerza cortante, de corte, de cizalla o de cortadura es la fuerza interna o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar. Se designa variadamente como T, V o Q.

No deben confundirse la noción de fuerza cortante de la de tensión cortante. Las componentes del esfuerzo cortante pueden obtenerse como las resultantes de las tensiones cortantes. Dada la fuerza resultante de las tensiones sobre una sección transversal de una pieza prismática, el esfuerzo cortante es la componente de dicha fuerza que es paralela a una sección transversal de la pieza prismática:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{n} \times (\mathbf{F}_R \times \mathbf{n}), \quad \mathbf{F}_R = \int_{\Sigma} \mathbf{t} dS$$

Donde:

\mathbf{n} es un vector unitario a la sección transversal.

\mathbf{t} es el campo vectorial de tensiones.

Obviamente dado que:

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{n} \times (\mathbf{t} \times \mathbf{n}) = (0, \tau_{xy}, \tau_{xz})$$

Resulta que la ecuación (3a) es equivalente a (1).

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)



2.2.8.5 FUERZAS AXIALES

Una fuerza axial es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. Estas fuerzas pueden ser de compresión o de tensión, dependiendo de la dirección de la fuerza. Cuando una fuerza axial actúa a lo largo del eje longitudinal y este eje pasa por el centro geométrico del objeto, será además una fuerza concéntrica; en caso contrario será una fuerza excéntrica. Las fuerzas perpendiculares al eje longitudinal del objeto se denominan normalmente como fuerzas verticales.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)

Una de las partes importantes al analizar una fuerza axial es el concepto de centro geométrico y de centro axial. El centro geométrico es un punto dentro del espacio delimitado por la forma del objeto y que es el centro perfecto de su masa, en otras palabras, desde este punto encontraremos la misma cantidad de masa del objeto en cualquier dirección. En un objeto simple y simétrico, como un cilindro, es fácil encontrar exactamente el centro geométrico realizando unas simples medidas de sus lados. En un objeto complejo, por ejemplo una bicicleta, encontrar el centro geométrico es mucho más complicado; para encontrarlo existen series de ecuaciones matemáticas realmente complejas.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)

El centro geométrico en un objeto complejo puede estar prácticamente en cualquier lugar dentro del espacio definido por su forma, esto incluye espacio no ocupado por masa del objeto. Por ejemplo, el centro geométrico de una bicicleta podría estar en el espacio entre los tubos de la estructura central.

Factores como la densidad, que puede ser no homogénea en todo el objeto, y estructuras no simétricas pueden hacer que el centro geométrico se sitúe en el interior de la forma, en su superficie e incluso fuera.

El eje axial de un objeto va de un lado a otro del objeto pasando por el llamado centro axial. Esta línea depende de la forma del objeto y no de su masa. Por tanto, el centro axial y el centro geométrico pueden coincidir en el mismo punto o puede que no.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)



Cuándo una fuerza actúa directamente sobre el centro axial, coincida o no con el centro geométrico, es una fuerza axial. Una fuerza axial actúa comprimiendo o tensionando (estirando) el eje axial en dos direcciones opuestas. Una fuerza axial, por tanto, no hace moverse al objeto. Un ejemplo típico de fuerza axial se puede observar en las columnas de un edificio. La columna tiene un eje axial que la atraviesa desde arriba hacia abajo. La columna está sometida constantemente a una fuerza axial de compresión ejercida por el techo del edificio.

En el ejemplo de la columna, la fuerza axial atraviesa el centro geométrico de la forma, lo que hace que la fuerza sea concéntrica. Si el eje axial que recorre la fuerza axial no pasa por el centro geométrico, la fuerza es excéntrica. Los objetos en los que actúan fuerzas axiales excéntricas no podrán soportar grandes cantidades de energía, mientras que los objetos en los que la fuerza axial es concéntrica pueden hacer frente a cantidades de energía mayor.

(Luis Ortiz Berrocal, 2004)



CAPITULO III

3.0 METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

Esta investigación es del tipo cuantitativa puesto que se basa en la medición numérica y el análisis estadístico de los resultados que se obtendrán al comparar ambas configuraciones (probando una teoría). Todo esto se sustenta en que el problema de estudio es delimitado y concreto. Se recolectaran y analizaran datos. Al mismo tiempo en el presente estudio se buscará alcanzar el máximo control para lograr que otras explicaciones posibles distintas o “rivales” a la propuesta del estudio (hipótesis), sean desechadas y se excluya la incertidumbre y minimice el error. Se utilizará un razonamiento lógico buscando identificar leyes universales y causales.

(Hernández, Fernández, & Pilar, 2010)

3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVO

El nivel o alcance de la investigación es descriptivo porque busca describir las magnitudes de los parámetros de respuesta estructural de los tanques elevados cuando estén sometidos a un análisis dinámico.

(Borja, 2012)



3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

HIPOTÉTICO DEDUCTIVO

El método que se utilizó en la investigación es el hipotético deductivo puesto que se basa en saber cómo la verdad o falsedad.

El método que aplica es someter a las hipótesis de manera muy exigente a hacerlo en aquellos casos que se cumple. Básicamente busca que se propongan contraejemplos demostrando que estos no se cumplen. Su fin es precisar o mejorar teorías previas en función de nuevos conocimientos.

(Behar Rivero, 2008)

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

DISEÑO NO EXPERIMENTAL

El diseño de la presente investigación se enmarca dentro del diseño no experimental, puesto que la investigación no se realiza la variación intencional de las variables independientes.

Las condiciones del análisis de los tanques elevados no se modificaran, Se estudia las magnitudes de los parámetros de la respuesta estructural de los tanques cuando suceda acontecimiento de sismos.

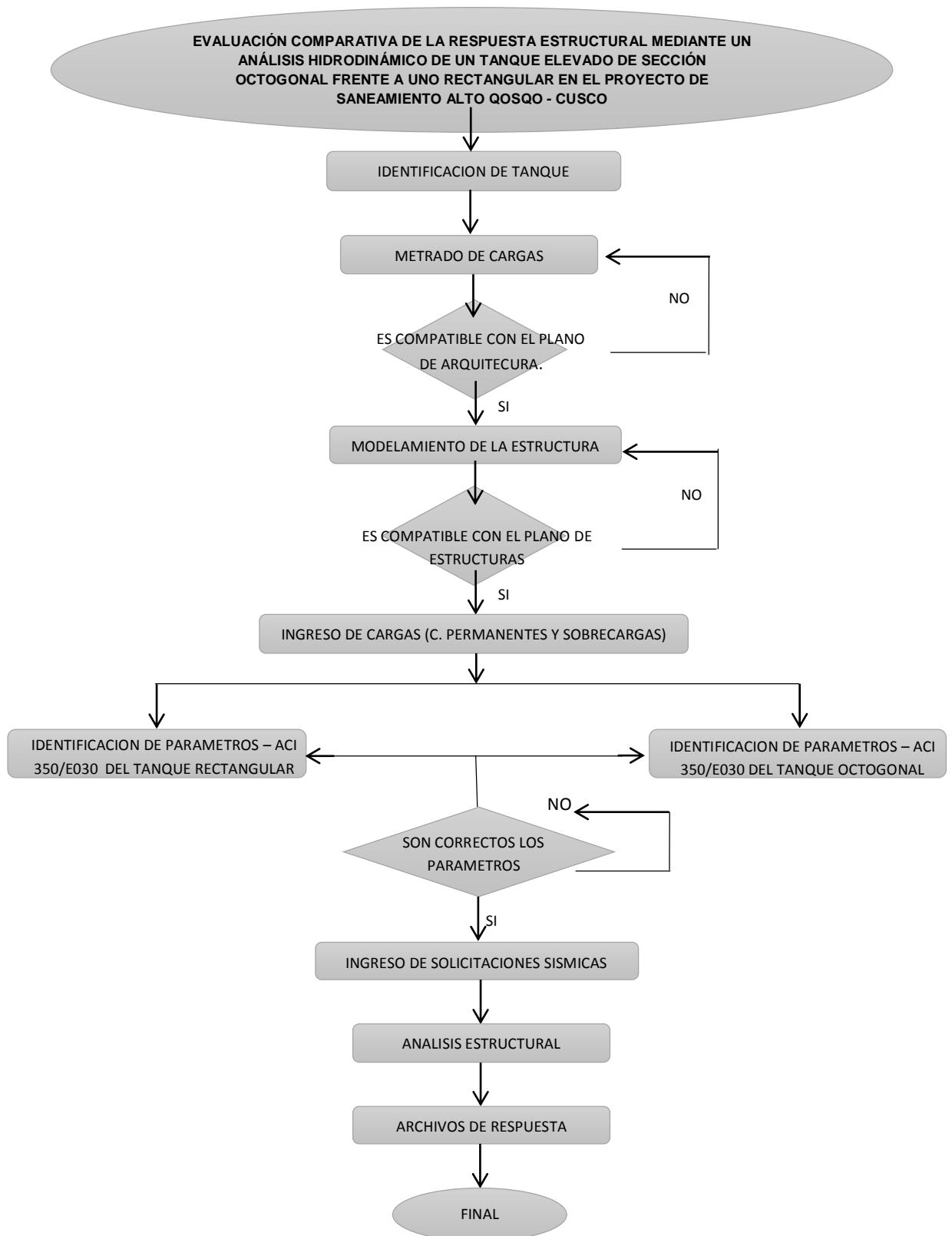
(Behar Rivero, 2008)

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA

Se describe los procesos a seguir desde un punto de vista ingenieril.

3.2.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

Figura 15. Flujograma del procedimiento de recolección de datos



Fuente: Elaboración propia

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población está constituida por los elementos estructurales cuya función es principalmente atender solicitaciones sísmicas (placas, columnas, vigas, losas) los tanques elevados (octogonal y rectangular) del proyecto de saneamiento Alto Qosqo – San Sebastián – Cusco.

3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

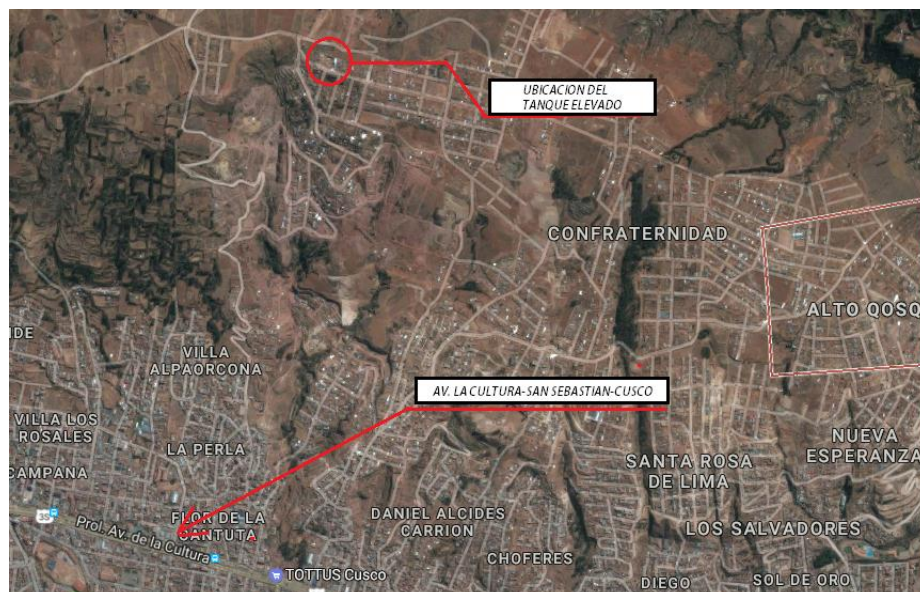
La población está constituida por 2 tanques elevados.

3.3.2 MUESTRA

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra está constituida por 2 tanques elevados cada uno actuando como un conjunto de elementos que interactúan entre si ubicado en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo – San Sebastián – Cusco.

Figura 16. Tanque elevado



Fuente: Google Earth

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Se evaluará 2 tanques por separado.

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO

Se hará uso del método de muestreo NO PROBABILÍSTICO, ya que los puntos de muestreo serán seleccionados de acuerdo al criterio de los tesisistas.

Es decir las vigas en estudio, columnas, muros de corte y los elementos estructurales a analizar habrán sido designadas previo al análisis; básicamente todos los elementos estructurales de ambos tanques serán sometidos a dicho análisis.

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA

Se consideró las fuerzas axiales, momentos flectores, fuerzas cortantes, y desplazamientos producidos de acuerdo al espectro de diseño que se introdujo en el programa para un sismo dinámico tanto en la dirección X como Y (en ambas direcciones).

Asimismo los factores de reducción y demás valores serán sacados de las Normas: ACI 318 Y NTE.030. Se tendrá en cuenta para el análisis los elementos puntuales estructurales a analizarse (vigas) teniendo en cuenta sus longitudes y sus características correspondientes.

3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se tendrá en cuenta la Norma E.030 de diseño sismoresistente para realizar todos los análisis sísmicos correspondientes. Es decir se extraerán datos referidos a la zonificación, tipo de suelo y coeficientes como el de reducción sísmica. Al mismo tiempo se tomará de referencia la norma ACI 318 para el diseño de los elementos no asumidos de acuerdo a las limitaciones del presente proyecto de investigación.


- Análisis hidrodinámico a los elementos estructurales de ambos tanques para la zona en mención, proyecto de saneamiento Alto Qosqo – San Sebastián – Cusco.
- Espectro sísmico de acuerdo a la NTP E.030 incluido en el software ETABS V16.02.

3.4 INSTRUMENTOS

3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1.1 FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS ESPECTRO DE RESPUESTA

3.4.1.1.1 FORMATO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA SISMORESISTENTE E030 DEL 2016




UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO

AUTORES: MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.

FECHA: 07/05/2017




FORMATO N° 01 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN NORMA E-030

Z	
U	
S	
R	

T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi
0.00			
0.02			
0.04			
0.06			
0.08			
0.10			
0.12			
0.14			
0.16			
0.18			
0.20			
0.25			
0.30			
0.35			
0.40			
0.45			
0.50			
0.55			
0.60			
0.65			
0.70			
0.75			
0.80			
0.85			
0.90			
0.95			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
6.00			
7.00			
8.00			
9.00			
10.00			

(b) ZONAS SISMICAS



Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.1.2 FORMATO DE ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA ACI 350. IMPULSIVA

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA</p> <p>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</p> <p>AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FICHA FORMATO N° 02 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 - IMPULSIVO LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017</p>																																																																																																																																																																						
FORMATO N° 02 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 - IMPULSIVO																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Categoría Edificio</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%; text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td>Zona Sísmica</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Z</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Suelo</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Tp (s)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de red.</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tanque Elevado</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Rwi</td> </tr> </table>	Categoría Edificio		I	Zona Sísmica		Z	Tipo de Suelo		Tp (s)			S	Coficiente de red.	Tanque Elevado			Rwi		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">T (s)</th> <th style="width: 15%;">Ci</th> <th style="width: 15%;">C/R</th> <th style="width: 15%;">ZISC/Rwi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.02</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.04</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.06</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.20</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.25</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.35</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.40</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.45</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.50</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.55</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.60</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.65</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.70</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.75</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.80</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.85</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.90</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.95</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi	0.00				0.02				0.04				0.06				0.08				0.10				0.2				0.4				0.6				0.8				0.20				0.25				0.30				0.35				0.40				0.45				0.50				0.55				0.60				0.65				0.70				0.75				0.80				0.85				0.90				0.95				1.00				2.00				3.00				4.00				5.00				6.00				7.00				8.00				9.00				10.00			
Categoría Edificio		I																																																																																																																																																																					
Zona Sísmica		Z																																																																																																																																																																					
Tipo de Suelo		Tp (s)																																																																																																																																																																					
		S																																																																																																																																																																					
Coficiente de red.	Tanque Elevado																																																																																																																																																																						
	Rwi																																																																																																																																																																						
T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi																																																																																																																																																																				
0.00																																																																																																																																																																							
0.02																																																																																																																																																																							
0.04																																																																																																																																																																							
0.06																																																																																																																																																																							
0.08																																																																																																																																																																							
0.10																																																																																																																																																																							
0.2																																																																																																																																																																							
0.4																																																																																																																																																																							
0.6																																																																																																																																																																							
0.8																																																																																																																																																																							
0.20																																																																																																																																																																							
0.25																																																																																																																																																																							
0.30																																																																																																																																																																							
0.35																																																																																																																																																																							
0.40																																																																																																																																																																							
0.45																																																																																																																																																																							
0.50																																																																																																																																																																							
0.55																																																																																																																																																																							
0.60																																																																																																																																																																							
0.65																																																																																																																																																																							
0.70																																																																																																																																																																							
0.75																																																																																																																																																																							
0.80																																																																																																																																																																							
0.85																																																																																																																																																																							
0.90																																																																																																																																																																							
0.95																																																																																																																																																																							
1.00																																																																																																																																																																							
2.00																																																																																																																																																																							
3.00																																																																																																																																																																							
4.00																																																																																																																																																																							
5.00																																																																																																																																																																							
6.00																																																																																																																																																																							
7.00																																																																																																																																																																							
8.00																																																																																																																																																																							
9.00																																																																																																																																																																							
10.00																																																																																																																																																																							
Fuente: Elaboracion propia																																																																																																																																																																							

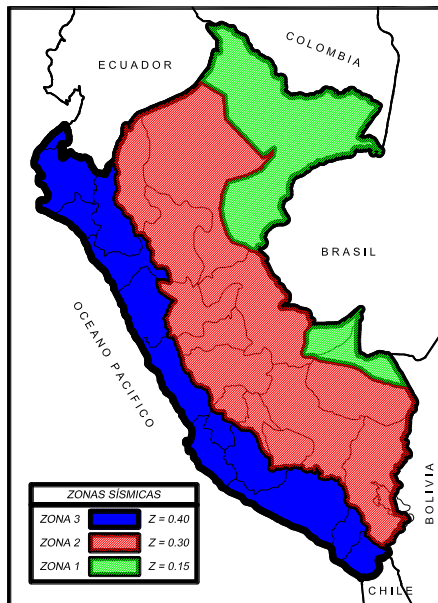
3.4.1.1.3 FORMATO DE ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA NORMA ACI 350 CONVECTIVO

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
	AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
	FICHA FORMATO N° 03 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 CONVECTIVO LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017	

FORMATO N° 03 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 CONVECTIVO

Categoría Edificio		I	
Zona Sísmica		Z	
Tipo de Suelo		Tp (s)	
		S	
Coficiente de red.	Tanque Elevado		
	Rwi		



T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi
0.00			
0.02			
0.04			
0.06			
0.08			
0.10			
0.12			
0.14			
0.16			
0.18			
0.20			
0.25			
0.30			
0.35			
0.40			
0.45			
0.50			
0.55			
0.60			
0.65			
0.70			
0.75			
0.80			
0.85			
0.90			
0.95			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
6.00			
7.00			
8.00			
9.00			
10.00			



Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.2 FORMATO TANQUE OCTOGONAL

3.4.1.2.1 FORMATO DE FUERZAS AXIALES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 04 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 04 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

FUERZAS AXIALES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.2.2 FORMATO DE MOMENTOS FLECTORES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y AQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FICHA FORMATO N° 05 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350 LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017		

FORMATO N° 05 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

MOMENTOS FLECTORES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.2.3 FORMATO DE FUERZAS CORTANTES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 06 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 06 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

FUERZAS CORTANTES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.2.4 FORMATO DE NORMA E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y AQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO Nº 07 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO Nº 07 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE NTP E.030

H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			
H	CASO DE CARGA	FUERZAS CORTANTES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.2.5 FORMATO DE DERIVAS ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
	AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FICHA FORMATO N° 08 : DESPLAZAMIENTOS ACI 350 LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017	
	FORMATO N° 08 : DESPLAZAMIENTOS ACI 350	

Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X m	Y m	Z m
PISO 7		X					
PISO 7		Y					
PISO 7		X					
PISO 7		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X m	Y m	Z m
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2.6 FORMATO DE DERIVAS NTP. E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
	AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
	FICHA FORMATO N° 09 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030 LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017	
FORMATO N° 09 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030		

Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X m	Y m	Z m
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2.7 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 10 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	
FORMATO N° 10 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350		

CONVECTIVO

Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

IMPULSIVO

Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2.8 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN NTP. E.030

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 11 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	
FORMATO N° 11 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030		



Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.3 FORMATO TANQUE RECTANGULAR

3.4.1.3.1 FORMATO DE FUERZAS AXIALES

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 11 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 11 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

FUERZAS AXIALES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.3.2 FORMATO DE MOMENTOS FLECTORES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 12 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	



FORMATO N° 12 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

MOMENTOS FLECTORES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.3.3 FORMATO DE FUERZAS CORTANTES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 13 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	



FORMATO N° 13 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

FUERZAS CORTANTES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.3.4 FORMATO DE NORMA E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y AQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 14 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 14 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE NTP E.030

H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			
H	CASO DE CARGA	FUERZAS CORTANTES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2			
4			
6			
8			
8.3625			
8.725			
9.0875			
9.45			
9.8125			
10.175			
10.5375			
10.9			

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.3.5 FORMATO DE DERIVAS ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES FICHA LUGAR FECHA	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FORMATO N° 15: DESPLAZAMIENTOS ACI 350 ALTO QOSQO CUSCO 07/05/2017	
FORMATO N° 15: DESPLAZAMIENTOS ACI 350		

Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X m	Y m	Z m
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X m	Y m	Z m
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					

Fuente: Elaboración Propia



3.4.1.3.6 FORMATO DE DERIVAS NTP. E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
	AUTORES		MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.
	FICHA		FORMATO N° 16 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO N° 16 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030			

Piso	Caso de carga	Dirección	Deriva	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5		X					
PISO 5		Y					
PISO 4		X					
PISO 4		Y					
PISO 3		X					
PISO 3		Y					
PISO 2		X					
PISO 2		Y					
PISO 1		X					
PISO 1		Y					

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.3.7 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	<small>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</small>	
AUTORES FICHA LUGAR FECHA	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FORMATO N° 17 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350 ALTO QOSQO CUSCO 07/05/2017	
FORMATO N° 17 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350		

CONVECTIVO

Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

IMPULSIVO

Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.3.8 FORMATO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN NTP. E.030

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y AQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.		
FICHA	FORMATO N° 18 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030		
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO N° 18 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030			

Caso	Modo	Periodo	Frecuencia
		sec	cyc/sec
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			
Modal			

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4 CÁLCULO DE DATOS

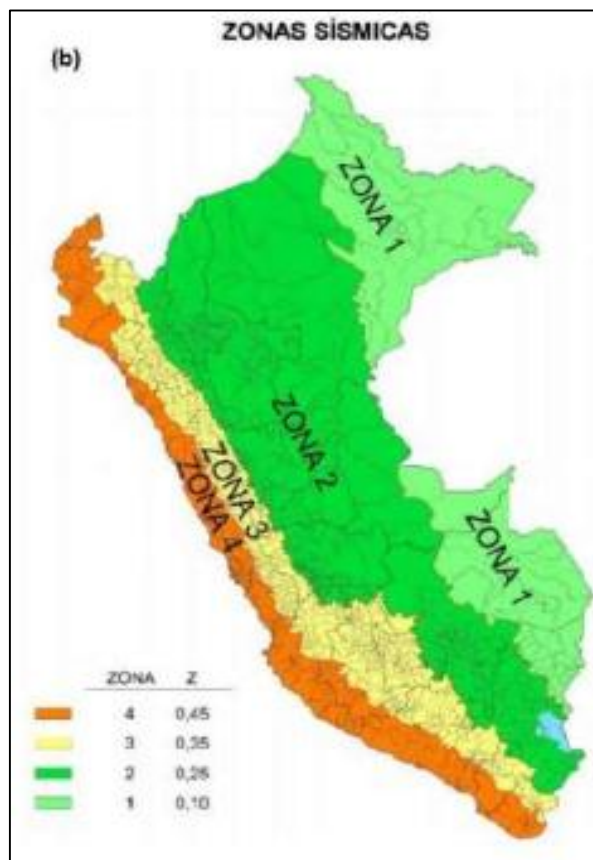
3.4.1.4.1 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA NTP E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
	<small>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</small>	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 01 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN NORMA E-030	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 01 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN NORMA E-030

Z	
U	
S	
R	

T	A
0	0.1875
0.02	0.1875
0.04	0.1875
0.06	0.1875
0.08	0.1875
0.1	0.1875
0.12	0.1875
0.14	0.1875
0.16	0.1875
0.18	0.1875
0.2	0.1875
0.25	0.1875
0.3	0.1875
0.35	0.1875
0.4	0.1875
0.45	0.1875
0.5	0.1875
0.55	0.1875
0.6	0.1875
0.65	0.1875
0.7	0.173077
0.75	0.160714
0.8	0.15
0.85	0.140625
0.9	0.132353
0.95	0.125
1	0.118421
2	0.1125
3	0.05625
4	0.025
5	0.014063
6	0.009
7	0.00625
8	0.004592
9	0.003516
10	0.002778



Fuente: Elaboración Propia

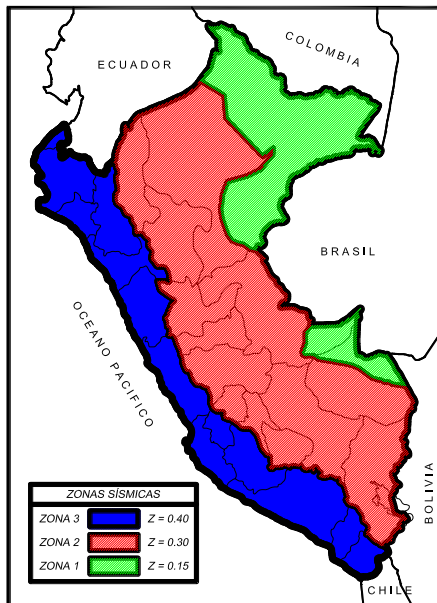
3.4.1.4.2 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACI.350 IMPULSIVA

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 02 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 IMPULSIVO	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 02 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350 IMPULSIVO

Categoría Edificio	A	I	1.3
Zona Sísmica	2	Z	0.30
Tipo de Suelo	S2	Tp (s)	0.60
		S	1.20
Coficiente de red.	Tanque Elevado		
	Rwi		3.00

T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi
0.00	2.29	0.7639	0.5525
0.02	2.29	0.7639	0.5525
0.04	2.29	0.7639	0.5525
0.06	2.29	0.7639	0.5525
0.08	2.29	0.7639	0.5525
0.10	2.29	0.7639	0.5525
0.12	2.29	0.7639	0.5525
0.14	2.29	0.7639	0.5525
0.16	2.29	0.7639	0.5525
0.18	2.29	0.7639	0.5525
0.20	2.29	0.7639	0.5525
0.25	2.29	0.7639	0.5525
0.30	2.29	0.7639	0.5525
0.35	2.29	0.7639	0.5525
0.40	2.29	0.7639	0.5525
0.45	3.39	10643	0.7698
0.50	2.98	0.9921	0.7175
0.55	2.79	0.9310	0.6734
0.60	2.64	0.8786	0.6354
0.65	2.50	0.8329	0.6024
0.70	2.38	0.7928	0.5734
0.75	2.27	0.7571	0.5476
0.80	2.18	0.7252	0.5245
0.85	2.09	0.6965	0.5038
0.90	2.01	0.6705	0.4849
0.95	1.94	0.6467	0.4677
1.00	1.88	0.6250	0.4520
2.00	1.18	0.3937	0.2848
3.00	0.90	0.3005	0.2173
4.00	0.74	0.2480	0.1794
5.00	0.64	0.2137	0.1546
6.00	0.57	0.1893	0.1369
7.00	0.51	0.1708	0.1235
8.00	0.47	0.1562	0.1130
9.00	0.43	0.1444	0.1045
10.00	0.40	0.1347	0.0974



Fuente: Elaboracion propia

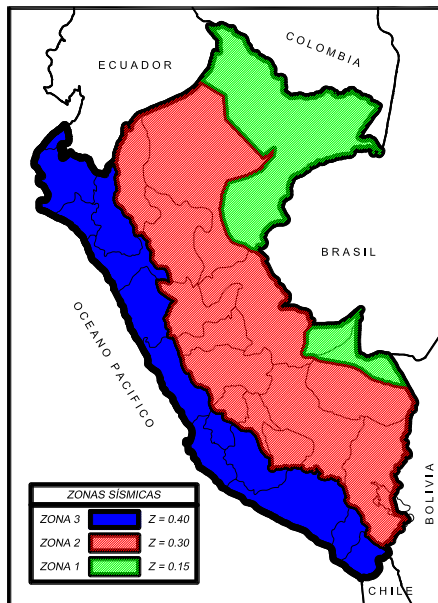
3.4.1.4.3 CÁLCULO DE DATOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE ACI.350 CONVECTIVA

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 03 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350.3-01 Y NORMA E-030	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 03 : ESPECTRO DE SISMO SEGÚN ACI 350.3-01 Y NORMA E-030 - CONVECTIVO

Categoría Edificio	A	I	1.3
Zona Sísmica	2	Z	0.30
Tipo de Suelo	S2	Tp (s)	0.60
		S	1.20
Coficiente de red.	Tanque Elevado		
	Rwi		1.00



T (s)	Ci	C/R	ZISC/Rwi
0.00	2.29	2.2917	16574
0.02	2.29	2.2917	16574
0.04	2.29	2.2917	16574
0.06	2.29	2.2917	16574
0.08	2.29	2.2917	16574
0.10	2.29	2.2917	16574
0.12	2.29	2.2917	16574
0.14	2.29	2.2917	16574
0.16	2.29	2.2917	16574
0.18	2.29	2.2917	16574
0.20	2.29	2.2917	16574
0.25	2.29	2.2917	16574
0.30	2.29	2.2917	16574
0.35	2.29	2.2917	16574
0.40	2.29	2.2917	16574
0.45	2.29	2.2917	16574
0.50	2.29	2.2917	16574
0.55	2.29	2.2917	16574
0.60	2.29	2.2917	16574
0.65	2.29	2.2917	16574
0.70	2.29	2.2917	16574
0.75	2.27	2.2714	16428
0.80	2.18	2.1757	15736
0.85	2.09	2.0896	15113
0.90	2.01	2.0114	14548
0.95	1.94	1.9402	14032
1.00	1.88	1.8750	13561
2.00	1.18	1.1812	0.8543
3.00	0.67	0.6667	0.4822
4.00	0.38	0.3750	0.2712
5.00	0.24	0.2400	0.1736
6.00	0.17	0.1667	0.1205
7.00	0.12	0.1224	0.0886
8.00	0.09	0.0938	0.0678
9.00	0.07	0.0741	0.0536
10.00	0.06	0.0600	0.0434



Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.4 CÁLCULO DE DATOS DEL TANQUE OCTOGONAL

3.4.1.4.4.1 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS AXIALES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 04 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 04 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	59.931	-72.962
4	ENVOLVENTE	42.744	-55.551
6	ENVOLVENTE	20.973	-29.755
8	ENVOLVENTE	11.412	-17.128
8.3625	ENVOLVENTE	1.811	-4.329
8.725	ENVOLVENTE	1.178	-3.363
9.0875	ENVOLVENTE	0.746	-2.556
9.45	ENVOLVENTE	0.605	-2.076
9.8125	ENVOLVENTE	0.524	-1.646
10.175	ENVOLVENTE	0.336	-1.438
10.5375	ENVOLVENTE	0.011	-1.232
10.9	ENVOLVENTE	-0.352	-1.005

FUERZAS AXIALES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	20.857	-37.741
4	ENVOLVENTE	13.981	-30.579
6	ENVOLVENTE	6.324	-19.17
8	ENVOLVENTE	2.916	-15.026
8.3625	ENVOLVENTE	0.371	-2.993
8.725	ENVOLVENTE	0.59	-2.191
9.0875	ENVOLVENTE	0.4	-1.617
9.45	ENVOLVENTE	0.046	-1.431
9.8125	ENVOLVENTE	-0.244	-1.43
10.175	ENVOLVENTE	-0.467	-1.53
10.5375	ENVOLVENTE	-0.388	-1.681
10.9	ENVOLVENTE	-0.44	-1.533

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.4.2 FORMATO DE CÁLCULO DE MOMENTOS FLECTORES

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
AUTORES	MENDOZA QUIÑÓNEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.		
FICHA	FORMATO N° 05 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350		
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		

FORMATO N° 05 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.2744	-0.293
4	ENVOLVENTE	0.3027	-0.2867
6	ENVOLVENTE	0.2636	-0.2551
8	ENVOLVENTE	0.27	-0.2625
8.3625	ENVOLVENTE	0.158	-0.0614
8.725	ENVOLVENTE	0.2133	-0.0579
9.0875	ENVOLVENTE	0.2218	-2.076
9.45	ENVOLVENTE	0.2213	-0.1066
9.8125	ENVOLVENTE	0.2129	-0.1143
10.175	ENVOLVENTE	0.161	-0.0993
10.5375	ENVOLVENTE	0.1134	-0.0577
10.9	ENVOLVENTE	0.0835	-0.0161

MOMENTOS FLECTORES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.0847	-0.0945
4	ENVOLVENTE	0.0967	-0.0904
6	ENVOLVENTE	0.0799	-0.077
8	ENVOLVENTE	0.0819	-0.0829
8.3625	ENVOLVENTE	0.0531	-0.012
8.725	ENVOLVENTE	0.0419	-0.0539
9.0875	ENVOLVENTE	0.0357	-1.431
9.45	ENVOLVENTE	0.0409	-0.0333
9.8125	ENVOLVENTE	0.0403	-0.0164
10.175	ENVOLVENTE	0.0742	-0.0105
10.5375	ENVOLVENTE	0.0992	-0.0106
10.9	ENVOLVENTE	0.0981	-0.0021

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.4.3 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	<small>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</small>	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 06 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 06 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.454	-0.459
4	ENVOLVENTE	0.406	-0.316
6	ENVOLVENTE	0.372	-0.265
8	ENVOLVENTE	0.3	-0.327
8.3625	ENVOLVENTE	0.334	-1.092
8.725	ENVOLVENTE	0.358	-0.342
9.0875	ENVOLVENTE	0.242	-0.031
9.45	ENVOLVENTE	0.424	-0.192
9.8125	ENVOLVENTE	0.296	-0.14
10.175	ENVOLVENTE	0.395	-0.41
10.5375	ENVOLVENTE	-0.011	-0.0161
10.9	ENVOLVENTE	-0.204	-0.822

FUERZAS CORTANTES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.158	-0.163
4	ENVOLVENTE	0.173	-0.079
6	ENVOLVENTE	0.163	-0.058
8	ENVOLVENTE	0.191	-0.122
8.3625	ENVOLVENTE	0.422	0.03
8.725	ENVOLVENTE	0.918	0.176
9.0875	ENVOLVENTE	0.034	-0.532
9.45	ENVOLVENTE	0.035	-0.164
9.8125	ENVOLVENTE	0.161	-0.126
10.175	ENVOLVENTE	0.146	-0.198
10.5375	ENVOLVENTE	-0.09	-0.0021
10.9	ENVOLVENTE	-0.262	-0.993

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.4 FORMATO DE CÁLCULO DE NORMA E.030

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 07 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 07 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE NTP E.030

H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	3.923	-22.768
4	ENVOLVENTE	1.41	-19.828
6	ENVOLVENTE	0.651	-14.541
8	ENVOLVENTE	2.028	-14.362
8.3625	ENVOLVENTE	-0.478	-2.502
8.725	ENVOLVENTE	-0.493	-2.061
9.0875	ENVOLVENTE	-0.428	-1.787
9.45	ENVOLVENTE	-0.369	-1.503
9.8125	ENVOLVENTE	-0.367	-1.186
10.175	ENVOLVENTE	-0.479	-1.366
10.5375	ENVOLVENTE	-0.612	-1.582
10.9	ENVOLVENTE	-0.546	-1.498
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.0322	-0.0434
4	ENVOLVENTE	0.0475	-0.0361
6	ENVOLVENTE	0.0399	-0.0534
8	ENVOLVENTE	0.0354	-0.0451
8.3625	ENVOLVENTE	0.0984	-0.024
8.725	ENVOLVENTE	0.1466	0.0115
9.0875	ENVOLVENTE	0.1448	-1.503
9.45	ENVOLVENTE	0.1418	0.0019
9.8125	ENVOLVENTE	0.11	0.0004
10.175	ENVOLVENTE	0.0801	0.0075
10.5375	ENVOLVENTE	0.1012	0.0243
10.9	ENVOLVENTE	0.1	0.038
H	CASO DE CARGA	FUERZAS CORTANTES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.06	-0.062
4	ENVOLVENTE	0.111	-0.042
6	ENVOLVENTE	0.111	-0.011
8	ENVOLVENTE	0.117	-0.057
8.3625	ENVOLVENTE	0.126	-0.918
8.725	ENVOLVENTE	0.137	-0.139
9.0875	ENVOLVENTE	0.178	0.027
9.45	ENVOLVENTE	0.246	-0.022
9.8125	ENVOLVENTE	0.192	-0.086
10.175	ENVOLVENTE	0.058	-0.202
10.5375	ENVOLVENTE	-0.146	0.038
10.9	ENVOLVENTE	-0.271	-0.975

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.4.5 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
	AUTORES MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FICHA FORMATO N° 08 : DESPLAZAMIENTOS ACI 350 LUGAR ALTO QOSQO CUSCO FECHA 07/05/2017	
	FORMATO N° 08 : DESPLAZAMIENTOS ACI 350	

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	X	5.30E-05	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	Y	5.30E-05	192	4.415	2.1	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	X	0.000595	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000614	253	2.3333	4.215	10.9157
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	5.20E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	5.40E-05	32	0.25	1.5	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.000859	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000883	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	4.30E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	4.60E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001028	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001146	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	3.40E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	3.60E-05	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000789	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000791	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	2.50E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.10E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000673	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000563	53	0.25	3.25	2
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000693	14	3	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000714	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.000176	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000192	15	1	4.215	8.675
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001028	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000169	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000172	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001147	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001273	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000139	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000147	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000893	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000901	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000109	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000116	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00063	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	6.90E-05	3	3.75	0.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.4.6 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS NT E.030

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
	AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
	FICHA	FORMATO N° 09 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO N° 09 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030			

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000293	14	3	4.215	9.2429
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000305	48	1	-0.715	9.2429
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000346	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000354	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000336	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000366	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000268	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.000277	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000214	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000181	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.4.7 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES FICHA LUGAR FECHA	MENDOZA QUIÑÓNEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FORMATO N° 10 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350 ALTO QOSQO CUSCO 07/05/2017	
FORMATO N° 10 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350		

IMPULSIVO

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.088	11.305
Modal	2	0.086	11.598
Modal	3	0.043	23.376
Modal	4	0.025	39.412
Modal	5	0.024	41.441
Modal	6	0.023	42.576
Modal	7	0.022	45.514
Modal	8	0.021	48.437
Modal	9	0.02	50.58
Modal	10	0.019	52.249
Modal	11	0.018	55.603
Modal	12	0.018	56.068

CONVECTIVO

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.102	9.838
Modal	2	0.099	10.122
Modal	3	0.046	21.591
Modal	4	0.025	39.284
Modal	5	0.024	40.974
Modal	6	0.024	41.79
Modal	7	0.023	44.238
Modal	8	0.021	47.681
Modal	9	0.02	50.201
Modal	10	0.019	52.191
Modal	11	0.018	55.245
Modal	12	0.018	56.045

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.8 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN NTE.030



 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
	AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
	FICHA	FORMATO Nº 11 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO Nº 11 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030			

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.1	9.951
Modal	2	0.098	10.213
Modal	3	0.046	21.55
Modal	4	0.025	39.231
Modal	5	0.025	40.791
Modal	6	0.024	41.556
Modal	7	0.023	43.977
Modal	8	0.021	47.506
Modal	9	0.02	50.149
Modal	10	0.019	52.18
Modal	11	0.018	55.187
Modal	12	0.018	56.036

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.5 FORMATO DE CÁLCULO DE TANQUE RECTANGULAR

3.4.1.4.5.1 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS AXIALES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	<small>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</small>	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 11 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 11 : FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS AXIALES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	82.911	-99.803
4	ENVOLVENTE	60.146	-77.465
6	ENVOLVENTE	39.561	-53.712
8	ENVOLVENTE	38.993	-51.656
8.3625	ENVOLVENTE	3.408	-6.601
8.725	ENVOLVENTE	2.848	-6.206
9.0875	ENVOLVENTE	2.476	-5.687
9.45	ENVOLVENTE	1.845	-4.708
9.8125	ENVOLVENTE	1.27	-3.801
10.175	ENVOLVENTE	0.736	-2.902
10.5375	ENVOLVENTE	0.237	-2.052
10.9	ENVOLVENTE	-0.221	-1.244

FUERZAS AXIALES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	23.491	-43.707
4	ENVOLVENTE	15.628	-35.998
6	ENVOLVENTE	10.211	-26.872
8	ENVOLVENTE	10.129	-25.201
8.3625	ENVOLVENTE	0.616	-5.12
8.725	ENVOLVENTE	0.356	-4.042
9.0875	ENVOLVENTE	0.276	-3.303
9.45	ENVOLVENTE	0.239	-2.706
9.8125	ENVOLVENTE	0.206	-2.094
10.175	ENVOLVENTE	0.286	-1.671
10.5375	ENVOLVENTE	0.164	-1.416
10.9	ENVOLVENTE	-0.168	-1.195

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.5.2 FORMATO DE CÁLCULO DE MOMENTOS FLECTORES

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
AUTORES	MENDOZA QUIÑÓNEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.		
FICHA	FORMATO Nº 12 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350		
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		



FORMATO Nº 12 : MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

MOMENTOS FLECTORES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
			-0.2071
2	ENVOLVENTE	0.1917	-0.2898
4	ENVOLVENTE	0.3048	-0.3093
6	ENVOLVENTE	0.2153	-0.2241
8	ENVOLVENTE	0.1878	-0.0806
8.3625	ENVOLVENTE	0.1926	-0.126
8.725	ENVOLVENTE	0.3377	-4.708
9.0875	ENVOLVENTE	0.4305	-0.1678
9.45	ENVOLVENTE	0.423	-0.1392
9.8125	ENVOLVENTE	0.3953	-0.0971
10.175	ENVOLVENTE	0.3231	-0.0477
10.5375	ENVOLVENTE	0.2307	0.0024
10.9	ENVOLVENTE	0.1381	0

MOMENTOS FLECTORES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.0549	-0.0675
4	ENVOLVENTE	0.1091	-0.0963
6	ENVOLVENTE	0.0604	-0.1393
8	ENVOLVENTE	0.0627	-0.126
8.3625	ENVOLVENTE	0.2549	-0.0039
8.725	ENVOLVENTE	0.0942	-0.0707
9.0875	ENVOLVENTE	-0.0066	-2.706
9.45	ENVOLVENTE	0.0156	-0.0284
9.8125	ENVOLVENTE	0.0396	-0.0124
10.175	ENVOLVENTE	0.0652	0.0014
10.5375	ENVOLVENTE	0.084	0.015
10.9	ENVOLVENTE	0.1283	-0.0228

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.5.3 FORMATO DE CÁLCULO DE FUERZAS CORTANTES

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	<small>TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO</small>	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 13 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 13 : FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS - IMPULSIVAS ACI 350

FUERZAS CORTANTES CONVECTIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.425	-0.437
4	ENVOLVENTE	0.324	-0.245
6	ENVOLVENTE	0.469	-0.308
8	ENVOLVENTE	0.458	-0.576
8.3625	ENVOLVENTE	0.55	-1.828
8.725	ENVOLVENTE	0.471	-0.886
9.0875	ENVOLVENTE	0.426	-0.303
9.45	ENVOLVENTE	0.731	-0.423
9.8125	ENVOLVENTE	0.688	-0.385
10.175	ENVOLVENTE	0.481	-0.363
10.5375	ENVOLVENTE	0.145	0.0024
10.9	ENVOLVENTE	0.041	-0.694

FUERZAS CORTANTES IMPULSIVAS			
H	CASO DE CARGA	FUERZA CORTANTE	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.124	-0.131
4	ENVOLVENTE	0.14	-0.064
6	ENVOLVENTE	0.22	-0.06
8	ENVOLVENTE	0.159	-0.235
8.3625	ENVOLVENTE	2.279	0.197
8.725	ENVOLVENTE	2.098	0.211
9.0875	ENVOLVENTE	-0.067	-0.263
9.45	ENVOLVENTE	-0.07	-0.279
9.8125	ENVOLVENTE	-0.076	-0.285
10.175	ENVOLVENTE	-0.098	-0.307
10.5375	ENVOLVENTE	-0.124	-0.0228
10.9	ENVOLVENTE	-0.152	-0.476

Fuente: Elaboracion propia

3.4.1.4.5.4 FORMATO DE CÁLCULO DE NORMA E.030



 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 14 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	

FORMATO N° 14 : FUERZA AXIAL, MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE NTP E.030

H	CASO DE CARGA	FUERZA AXIALES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	4.561	-24.795
4	ENVOLVENTE	1.759	-21.903
6	ENVOLVENTE	0.993	-16.738
8	ENVOLVENTE	2.022	-16.144
8.3625	ENVOLVENTE	-0.304	-2.887
8.725	ENVOLVENTE	-0.567	-2.916
9.0875	ENVOLVENTE	-0.694	-2.868
9.45	ENVOLVENTE	-0.726	-2.492
9.8125	ENVOLVENTE	-0.684	-2.151
10.175	ENVOLVENTE	-0.615	-1.826
10.5375	ENVOLVENTE	-0.536	-1.53
10.9	ENVOLVENTE	-0.459	-1.236
H	CASO DE CARGA	MOMENTOS FLECTORES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.0178	-0.0404
4	ENVOLVENTE	0.0487	-0.0305
6	ENVOLVENTE	0.0447	-0.098
8	ENVOLVENTE	0.0396	-0.0874
8.3625	ENVOLVENTE	0.1084	-0.0408
8.725	ENVOLVENTE	0.1995	0.0268
9.0875	ENVOLVENTE	0.2428	-2.492
9.45	ENVOLVENTE	0.2436	0.0325
9.8125	ENVOLVENTE	0.2401	0.0394
10.175	ENVOLVENTE	0.2063	0.0442
10.5375	ENVOLVENTE	0.1608	0.0458
10.9	ENVOLVENTE	0.1185	0.0377
H	CASO DE CARGA	FUERZAS CORTANTES	
		POSITIVO	NEGATIVO
2	ENVOLVENTE	0.049	-0.064
4	ENVOLVENTE	0.094	-0.041
6	ENVOLVENTE	0.163	-0.006
8	ENVOLVENTE	0.034	-0.148
8.3625	ENVOLVENTE	0.121	-1.433
8.725	ENVOLVENTE	0.145	-0.527
9.0875	ENVOLVENTE	0.142	0.009
9.45	ENVOLVENTE	0.345	-0.024
9.8125	ENVOLVENTE	0.376	-0.08
10.175	ENVOLVENTE	0.24	-0.147
10.5375	ENVOLVENTE	-0.055	0.0377
10.9	ENVOLVENTE	-0.124	-0.622

Fuente: Elaboracion propia



3.4.1.4.5.5 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.	
FICHA	FORMATO N° 15: DESPLAZAMIENTOS ACI 350	
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO	
FECHA	07/05/2017	
FORMATO N° 15: DESPLAZAMIENTOS ACI 350		

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00079	30	-0.45	4	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	8.50E-05	29	-0.45	-0.5	9.03
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001093	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001131	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	6.50E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	7.70E-05	76	2.25	0	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001232	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001358	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	5.40E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	6.20E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000966	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000979	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	4.20E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	4.90E-05	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000808	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000678	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	3.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.90E-05	53	0.25	3.25	2
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.00026	27	4.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000254	30	-0.45	4	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000736	29	-0.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000776	30	-0.45	4	8.675
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000199	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000217	76	2.25	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001058	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001103	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000161	1	3.5	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.00017	56	3.75	3.25	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001206	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001317	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000129	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000138	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000958	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000975	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	9.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	7.90E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000802	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000661	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia



3.4.1.4.5.6 FORMATO DE CÁLCULO DE DERIVAS NTP. E.030

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO		
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.		
FICHA	FORMATO N° 16 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030		
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO N° 16 : DESPLAZAMIENTOS NTP E.030			

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000354	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000356	30	-0.45	4	9.03
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000375	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000387	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000359	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000381	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000289	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.0003	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000229	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000195	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4.5.7 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN ACI 350

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
	TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO	
AUTORES FICHA LUGAR FECHA	MENDOZA QUIÑÓNEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER. FORMATO N° 17 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350 ALTO QOSQO CUSCO 07/05/2017	
FORMATO N° 17 : PERIODOS DE VIBRACION ACI 350		

IMPULSIVO

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.106	9.395
Modal	2	0.104	9.642
Modal	3	0.052	19.319
Modal	4	0.027	37.668
Modal	5	0.026	37.958
Modal	6	0.025	40.174
Modal	7	0.023	42.771
Modal	8	0.021	46.532
Modal	9	0.02	49.853
Modal	10	0.019	51.966
Modal	11	0.018	54.363
Modal	12	0.018	55.986

CONVECTIVO

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.111	9.008
Modal	2	0.107	9.305
Modal	3	0.052	19.135
Modal	4	0.028	35.383
Modal	5	0.028	35.489
Modal	6	0.025	39.842
Modal	7	0.024	42.421
Modal	8	0.022	45.561
Modal	9	0.021	48.727
Modal	10	0.02	50.975
Modal	11	0.019	52.923
Modal	12	0.019	53.93

Fuente: Elaboración Propia

**3.4.1.4.5.8 FORMATO DE CÁLCULO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN
NTP.E.030**

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA		
TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCIÓN OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO - CUSCO			
AUTORES	MENDOZA QUIÑONEZ DEIBY W-CASTRO PRIETO HUANCACHOQUE ANDER.		
FICHA	FORMATO N° 18 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030		
LUGAR	ALTO QOSQO CUSCO		
FECHA	07/05/2017		
FORMATO N° 18 : PERIODOS DE VIBRACION NTP E.030			

Case	Mode	Period	Frequency
		sec	cyc/sec
Modal	1	0.106	9.395
Modal	2	0.104	9.642
Modal	3	0.052	19.319
Modal	4	0.027	37.668
Modal	5	0.026	37.958
Modal	6	0.025	40.174
Modal	7	0.023	42.771
Modal	8	0.021	46.532
Modal	9	0.02	49.853
Modal	10	0.019	51.966
Modal	11	0.018	54.363
Modal	12	0.018	55.986

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

- Programa de cálculo estructural ETABS V16.02 que permite el modelamiento, análisis y dimensionamiento de diversos tipos de estructuras, para lo cual se basa en un análisis por elementos finitos.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Peruana E.020 Cargas.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Peruana E.060 Concreto Armado.
- American Concrete Institute – Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) and Commentary (ACI 350.3R-01).
- American Concrete Institute - Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-01) and Commentary (ACI 350R01).
- Norma FEMA 2009

3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS NORMATIVOS

Se realizó un análisis comparativo de los artículos de las normas ACI 350.3 y NTP-E.030, de las cuáles se obtienen los parámetros para el cálculo del espectro de respuesta que cada norma utiliza para el análisis.

3.5.1.1 FACTOR DE ZONA

Según nuestra norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente, nuestro territorio se encuentra clasificado en 4 zonas sísmicas; cada zona sísmica tiene un factor que se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, la cual tiene una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de aceleración de la gravedad.

En la norma americana ACI 350.3 - 01 encontramos 5 zonas sísmicas, cada zona con un factor de zona sísmica Z que el pico máximo de aceleración efectiva el cual corresponde al movimiento de suelo teniendo un 90% de probabilidad de no ser excedida en 50 años.

Tabla 16. Comparación de zonas sísmicas

NORMA E.030		ACI 350.3 - 01																											
Se identifican 4 zonas sísmicas:		Se identifican 4 zonas sísmicas, estando la zona 2 dividida en dos:																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factores de zona</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>		Factores de zona		Zona	Z	4	0.45	3	0.35	2	0.25	1	0.10	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor Sísmico de Zona (Z)</th> </tr> <tr> <th>Zona Sísmica</th> <th>Factor Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.075</td> </tr> <tr> <td>2A</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>2B</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table>		Factor Sísmico de Zona (Z)		Zona Sísmica	Factor Z	1	0.075	2A	0.15	2B	0.20	3	0.30	4	0.40
Factores de zona																													
Zona	Z																												
4	0.45																												
3	0.35																												
2	0.25																												
1	0.10																												
Factor Sísmico de Zona (Z)																													
Zona Sísmica	Factor Z																												
1	0.075																												
2A	0.15																												
2B	0.20																												
3	0.30																												
4	0.40																												

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que los valores de factor sísmico que se dan en ambas normas son semejantes, y esto se debe a que las isoaceleraciones que se dan en un país continúan a lo largo de todo el continente y no son independientes para cada uno como se observa va en la siguiente figura:

Figura 17. Zonas Sísmicas



Fuente: Global seismic Hazard Program

3.5.1.2 COEFICIENTE DE SUELO

La Norma Peruana E.030 Diseño Sismoresistente clasifica nuestro territorio en 5 perfiles de suelo considerando sus propiedades como la velocidad promedio de propagación de ondas de corte, el promedio ponderado de los N60 mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada. Cada perfil de suelo tiene un factor el cual es seleccionado con relación al factor de zona.

La norma americana ACI 350.3 - 01 tiene 4 perfiles de suelo en su clasificación. Esta clasificación de perfil de suelo la realiza según la velocidad de onda de corte y el espesor de la misma.

El perfil A con: (a) material rocoso caracterizado por una velocidad de onda de corte mayor a 762 m/s; o (b) medio-densa a densa o semi-rígido a rígido con profundidades menores a 60.96 m. El perfil B de suelo con predominancia de condiciones de suelo medio-densa a densa o semi-rígida a rígida, donde la profundidad del estrato excede 60.96 m. El perfil C con más de 6.10 m de arcilla blanda pero no más de 12.19 m de arcilla blanda. El perfil D con más de 12.19 m de arcilla blanda caracterizado por una velocidad de onda de corte menor que 152.4 m/s.

Tabla 17. Comparación de perfil de suelos

NORMA E.030					ACI 350.3 - 01																															
Se identifican 4 perfiles de suelo, relacionado con el factor de zona:					Se identifican 4 perfiles de suelo:																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">FACTOR DE SUELO (S)</th> </tr> <tr> <th>SUELO / ZONA</th> <th>S₀</th> <th>S₁</th> <th>S₂</th> <th>S₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z₄</td> <td>0.80</td> <td>1.00</td> <td>1.05</td> <td>1.10</td> </tr> <tr> <td>Z₃</td> <td>0.80</td> <td>1.00</td> <td>1.15</td> <td>1.20</td> </tr> <tr> <td>Z₂</td> <td>0.80</td> <td>1.00</td> <td>1.20</td> <td>1.40</td> </tr> <tr> <td>Z₁</td> <td>0.80</td> <td>1.00</td> <td>1.60</td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>							FACTOR DE SUELO (S)					SUELO / ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10	Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20	Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40	Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00
FACTOR DE SUELO (S)																																				
SUELO / ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃																																
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10																																
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20																																
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40																																
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">PERIODOS "T_P" Y "T_L"</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Perfil de Suelo</th> </tr> <tr> <th>S₀</th> <th>S₁</th> <th>S₂</th> <th>S₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T_P (s)</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>T_L (s)</td> <td>3.0</td> <td>2.5</td> <td>2.0</td> <td>1.6</td> </tr> </tbody> </table>					PERIODOS "T _P " Y "T _L "						Perfil de Suelo				S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0	T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6								
PERIODOS "T _P " Y "T _L "																																				
	Perfil de Suelo																																			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃																																
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0																																
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">COEFICIENTE DE PERFIL DE SUELO (S)</th> </tr> <tr> <th>TIPO</th> <th>COEFICIENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table>					COEFICIENTE DE PERFIL DE SUELO (S)		TIPO	COEFICIENTE	A	1.0	B	1.2	C	1.5	D	2.0																				
COEFICIENTE DE PERFIL DE SUELO (S)																																				
TIPO	COEFICIENTE																																			
A	1.0																																			
B	1.2																																			
C	1.5																																			
D	2.0																																			

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que tanto la Norma Peruana como la Norma Norte Americana tienen 4 perfiles de suelo dentro de su clasificación, siendo sus valores también semejantes.

Pero además la norma peruana nos proporciona adicionalmente periodos de vibración como TP y TL según cada perfil de suelo, pero estos básicamente son para edificaciones.

3.5.1.3 FACTOR DE USO

La norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente clasifica las edificaciones en 4 categorías (esenciales, importantes, comunes y temporales) teniendo cada categoría un factor de uso. La norma americana ACI 350.3 - 01 tiene una clasificación específicamente para estructuras contenedoras de líquidos (reservorios) y esta las hace según la importancia de su uso clasificándolas en 3.

Tabla 18. Comparación de factores de uso

NORMA E.030			ACI 350.3 – 01																															
Se identifican 4 categorías de las edificaciones:			Se identifican 3 usos para los contenedores de líquidos:																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE "U"</th> </tr> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th colspan="2">FACTOR U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>A1</td> <td>Ver nota 1 (TABLA)</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td colspan="2">1.3</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td colspan="2">1.0</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td colspan="2">Ver nota 2 (TABLA)</td> </tr> </tbody> </table>			CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE "U"			CATEGORÍA	FACTOR U		A	A1	Ver nota 1 (TABLA)	A2	1.5	B	1.3		C	1.0		D	Ver nota 2 (TABLA)		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FACTOR DE IMPORTANCIA (I)</th> </tr> <tr> <th>USO DEL TANQUE</th> <th>FACTOR I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tanques que contienen material peligroso</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Tanques cuyo contenido es usable para distintos propósitos después de un terremoto, o tanques que son parte de sistemas de salvataje</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>		FACTOR DE IMPORTANCIA (I)		USO DEL TANQUE	FACTOR I	Tanques que contienen material peligroso	1.5	Tanques cuyo contenido es usable para distintos propósitos después de un terremoto, o tanques que son parte de sistemas de salvataje	1.25	Otros	1.0
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE "U"																																		
CATEGORÍA	FACTOR U																																	
A	A1	Ver nota 1 (TABLA)																																
	A2	1.5																																
B	1.3																																	
C	1.0																																	
D	Ver nota 2 (TABLA)																																	
FACTOR DE IMPORTANCIA (I)																																		
USO DEL TANQUE	FACTOR I																																	
Tanques que contienen material peligroso	1.5																																	
Tanques cuyo contenido es usable para distintos propósitos después de un terremoto, o tanques que son parte de sistemas de salvataje	1.25																																	
Otros	1.0																																	

Fuente: Elaboración propia.

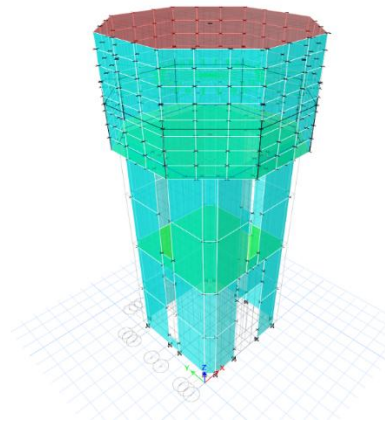
Podemos observar que la Norma Peruana tiene una clasificación más general para las estructuras a comparación de la norma americana que tiene una clasificación específica para estructuras contenedoras de líquidos. Además se observa que ambas normas tienen valores muy semejantes dependiendo de la importancia de sus estructuras.

3.5.1.4 FACTOR DE REDUCCIÓN Y SISTEMA ESTRUCTURAL

La Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente clasifica los sistemas estructurales según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis y teniendo cada sistema estructural su coeficiente de reducción.

La norma americana ACI 350.3 - 01 tiene valores para los factores de modificación de respuesta según el tipo de estructura contenedora de líquido y para según el modelo planteado en esta norma.

Figura 18. Modelamiento de tanque elevado



Fuente: Software Etabs V.2016

Tabla 19. Comparación de sistemas estructurales

NORMA E.030		ACI 350.3 - 01			
Los sistemas estructurales se clasifican según el material usado:		Se clasifican según el tipo de estructura y tipo de apoyo de esta:			
SISTEMAS ESTRUCTURALES					
Sistema Estructural	Coefficiente Reducción, R estructuras regulares	FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA (Rw)			
Acero:		Tipo de Estructura	Rwi superficial	Enterrado	Rwc
SMF	8	Anclados	4.5	4.5++	1.0
IMF	7	Empotrados o simple apoyo	2.75	4	1.0
OMF	6	No anclados, llenos o vacíos	2.0	2.75	1.0
SCBF	8	Tanques elevados	0.4	-	1.0
OCBF	6				
EBF	8				
Concreto Armado					
Pórticos	8				
Dual	7				
Muros estructurales	6				
Muros de ductilidad limitada	4				
Albañilería Armada o Confinada	3.0				
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7				

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que la Norma Peruana tiene una clasificación según el material usado y el sistema de estructuración a comparación de la norma americana que tiene una clasificación específica para estructuras contenedoras de líquidos y según el modelo dinámico que utiliza al considerar factores para las masas reactivas (convectiva e impulsiva) y según el tipo de apoyo que éstas tienen.

3.5.1.5 PERIODO DE VIBRACIÓN

La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente nos permite calcular el periodo fundamental de vibración de la estructura para cada dirección, pero las relaciones que nos da son para edificaciones y no para el tipo de estructuras como reservorios o estructuras contenedoras de líquidos.

$$T = \frac{h_N}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean pórticos de concreto armado sin muros de corte o pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección consideradas sean pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras y pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

h_N = Altura total de la estructura

La Norma americana ACI 350.3 - 01 es exclusivamente para contenedores de líquidos y podemos obtener los periodos de vibración para cada una de las masas reactivas planteadas en el modelo; para la masa impulsiva y para la masa convectiva. Para el cálculo del periodo fundamental de oscilación del estanque (más la componente impulsiva del contenido) usamos la relación:

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}$$

Donde:

ω_i = Frecuencia circular del modo impulsivo de vibración, rad/s

T_i = Periodo fundamental de oscilación del estanque.

Para el cálculo del periodo natural del primer modo (convectivo) de batimiento de agua

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{D}$$

Donde:

T_c = Periodo natural del primer modo (convectivo) de batimiento de agua.

D = Diámetro, m.

3.5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS NORMATIVOS

Se identificaron los valores para el cálculo del espectro de respuesta que cada norma utiliza para el análisis:

3.5.2.1 IDENTIFICACIÓN FACTOR DE ZONA

Aunque tenemos los valores del mapa de isoaceleraciones para 50 años en Perú como se observa en la figura 25, para el cálculo de los espectros de ambas normas se usó el valor de la norma peruana E. 030; puesto que tanto la Norma Peruana como la Americana tienen un valor de probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

3.5.2.2 IDENTIFICACIÓN DE COEFICIENTE DE SUELO

Las características de la roca están definidas como rocas sedimentarias tipo arenisca de grano fino, y grano medio a grueso nombrado en las conclusiones del Estudio de la verificación de la capacidad de carga admisible presentándose estas mismas características al borde del reservorio perteneciendo estas particularidades al perfil tipo S3: Suelo Blando según la clasificación de la Norma Peruana teniendo un factor de 1.20.

Según la Norma Americana ACI 350.3 – 01 y las características de la roca al borde del reservorio el tipo de perfil de suelo según esta clasificación es del tipo C con un factor de 1.

3.5.2.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTOR DE USO

Según la Norma Técnica Peruana y su clasificación de la categoría de las edificaciones, la estructura motivo de la investigación es una Edificación esencial con un factor de uso de 1.50. Según la Norma ACI y su clasificación de tipo de estructura, el contenedor de líquido motivo de la investigación tiene un uso de abastecimiento de agua potable, con un volumen grande de agua siendo imprescindible su funcionamiento después de un terremoto; considerándole un factor de importancia de 1.25.

3.5.2.4 IDENTIFICACIÓN DE FACTOR DE REDUCCIÓN

Según la Norma Técnica Peruana, la clasificación de sistema estructural es por el material usado en la estructura, siendo éste de concreto armado de tipo muros estructurales como se observa en la figura 24 teniendo un factor de reducción de 6.

Según la Norma ACI y su clasificación de tipo de estructura, el contenedor de líquido motivo de la investigación se encuentra en los del tipo “Empotrados o Simple apoyo” considerándole un factor de modificación de respuesta de 2.75 para la masa impulsiva, 4 en caso esté enterrado y 1.0 para la masa convectiva.

Tabla 20. Comparación de factor de reducción.

PARÁMETROS NORMA ACI 350.3 - 01		
PARÁMETRO		FACTOR
ZONA	Z	0.25
PERFIL DE SUELO	S	1.50
IMPORTANCIA	I	1.25
FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA	Rwi	2.75
	Rwc	1.00

PARÁMETROS NORMA E.030		
PARÁMETRO		FACTOR
ZONA	Z	0.25
PERFIL DE SUELO	S	1.40
USO	U	1.50
FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA	R	6.00

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

Se realizó el modelamiento de los tanques para poder realizar el análisis de las estructuras mediante la aplicación de diferentes casos de cargas como la presión del agua, solicitaciones sísmicas, entre otros.

3.5.3.1 DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES

Las unidades con las que se trabajó en los modelamiento fueron de kg, m, C.

Para iniciar el modelamiento de la estructura, primero se definió los materiales con los que se diseñó el proyecto. La resistencia del concreto tanto para la tapa, losas y los muros fue de 210 kg/cm².

El módulo de elasticidad del concreto que se utilizó fueron los planteados según la norma peruana (15000xRAIZ (f_c)) y la norma norte americana (15100xRAIZ (f_c)).

Figura 19. Definición de materiales

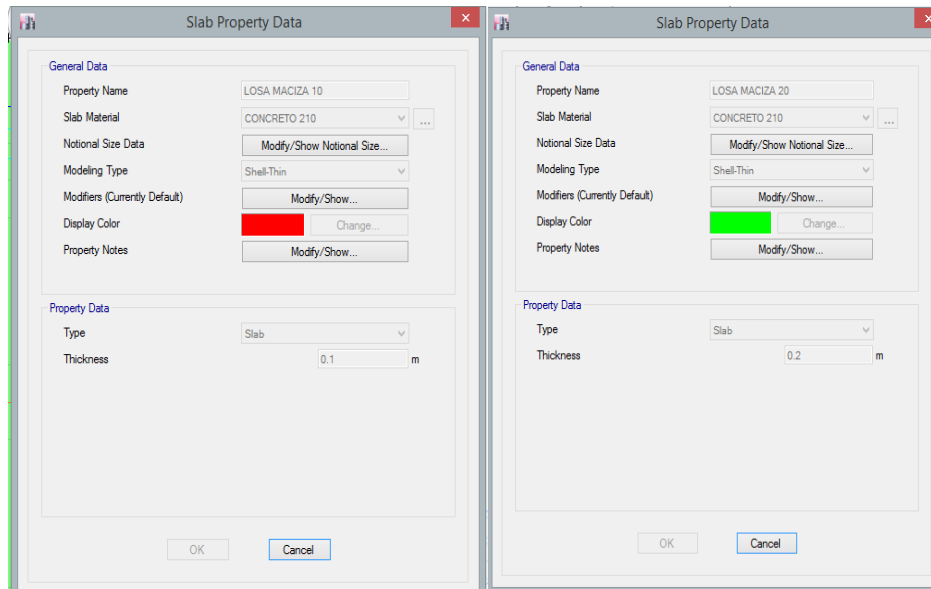
Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	CONCRETO 210	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Green	
	Material Notes		
Material Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.4	tonf/m ³
	Mass per Unit Volume	0.244732	tonf-s ² /m ⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2173706.51	tonf/m ²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	905711.05	tonf/m ²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...		
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		

Fuente: Software Etabs V.2016

3.5.3.2 DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES

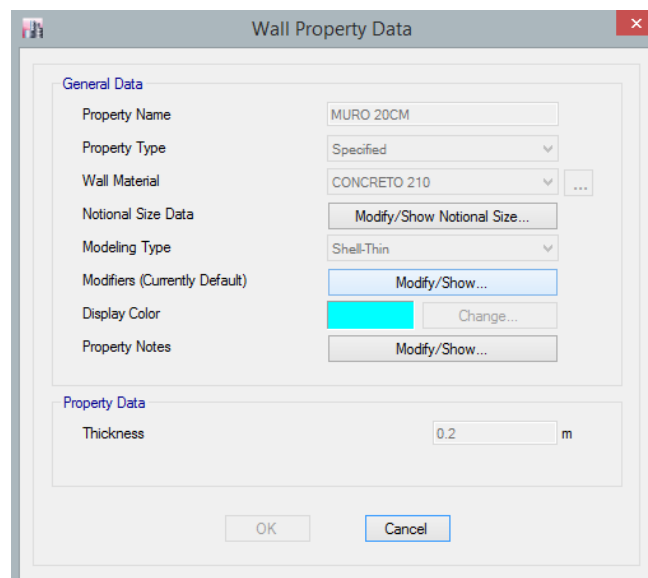
Se definieron las secciones de los muros del tanque, las losas y el fuste

Figura 20. Definición de secciones.



Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 21. Definición de wall.



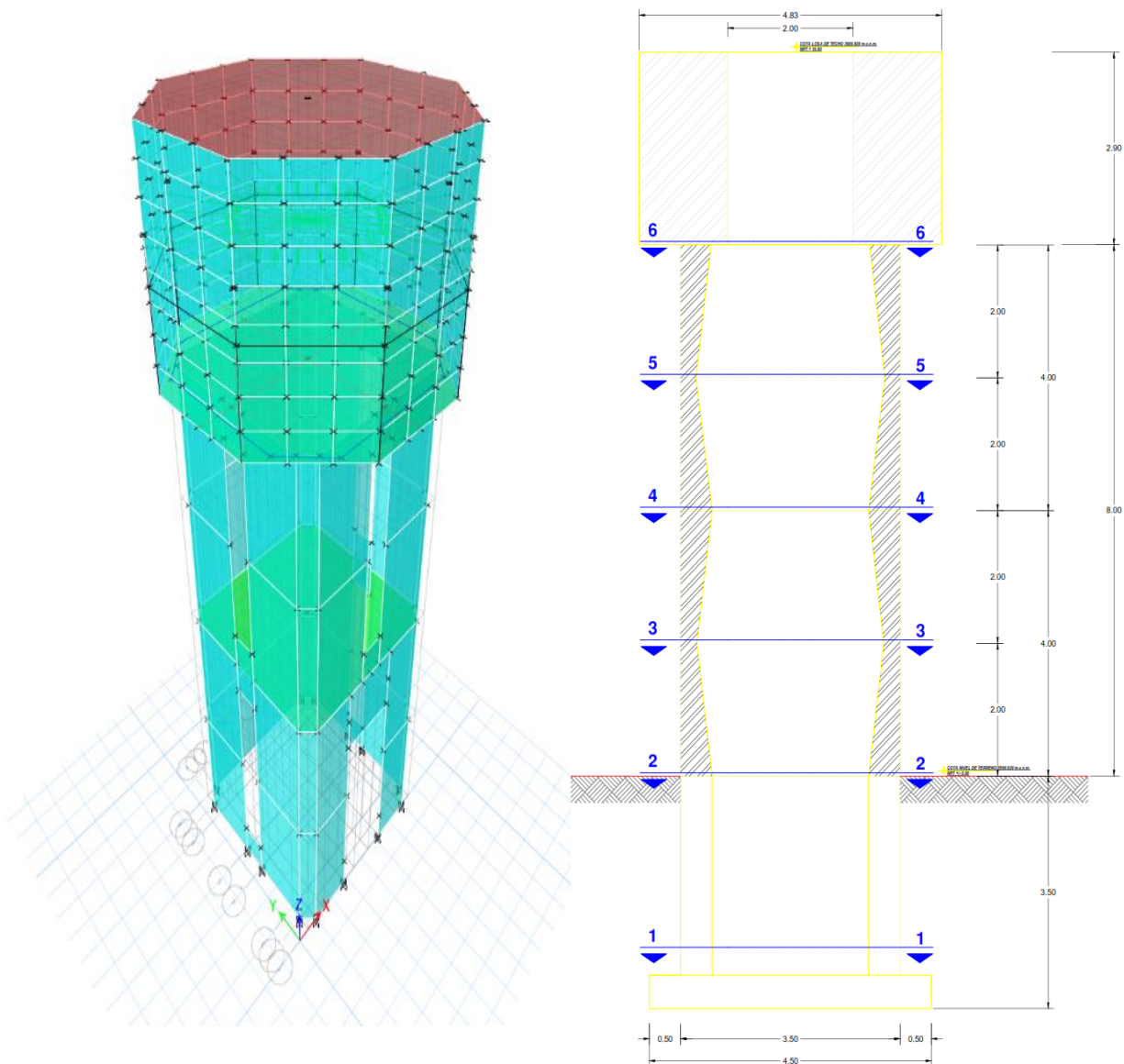
Fuente: Software Etabs V.2016

Después de definir las propiedades de los materiales que se usaron en la modelación, en este caso del concreto, y de definir las secciones de los elementos que conforman la

estructura, se crearon los modelos los cuales representan a la estructura estudiada en la presente investigación.

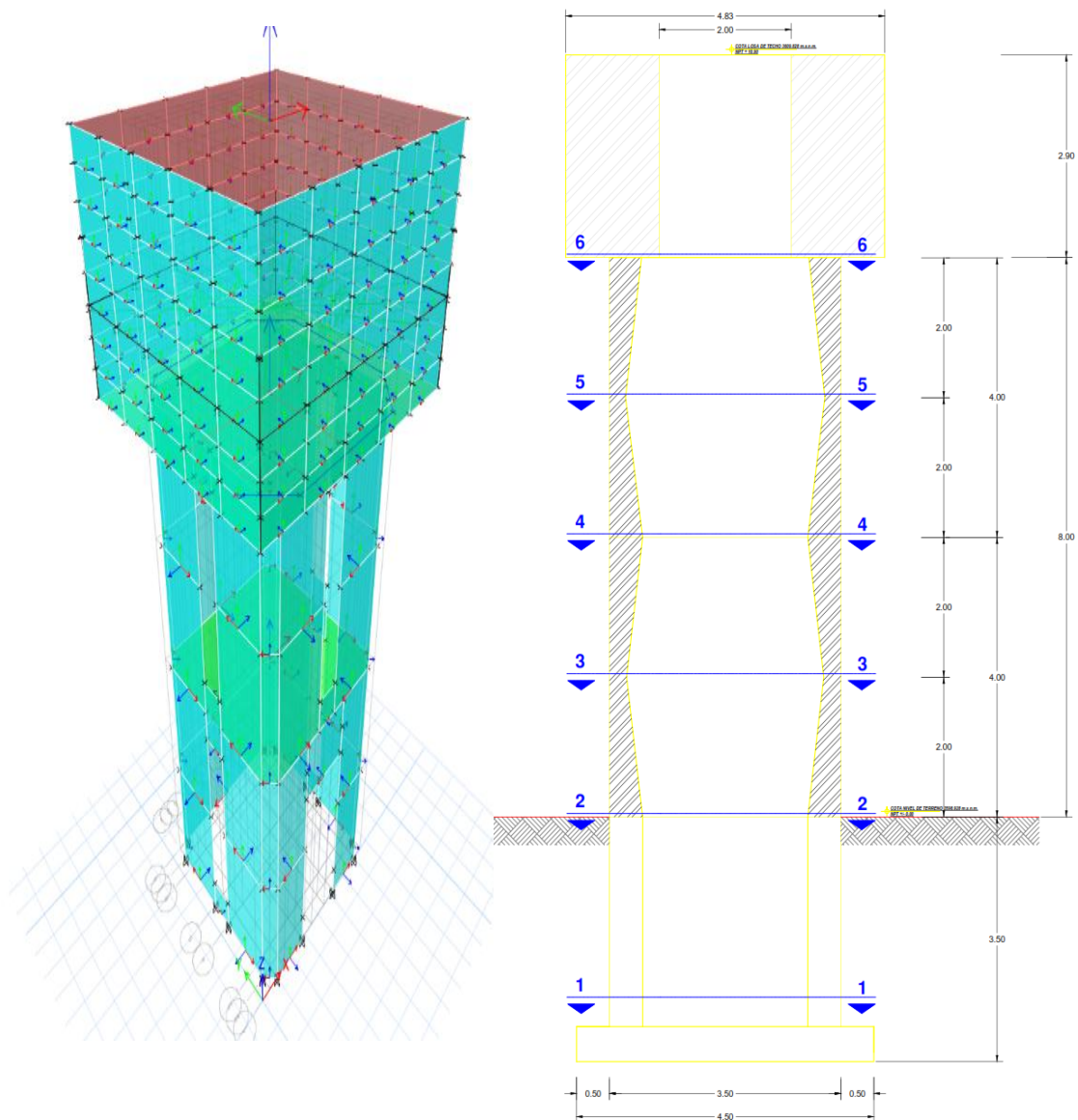
En el caso de las estructuras motivo de investigación se consideraron todos los elementos como “elementos área”, se colocó el espesor correspondiente de los elementos como se puede apreciar en las figuras.

Figura 22. Tanque de configuración octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016, Autocad2016

Figura 23. Tanque de configuración rectangular.



Fuente: Software Etabs V.2016, Autocad2016

Después de realizado el modelamiento de la estructura, con las secciones para cada uno de sus elementos, se procedió a la aplicación de las respectivas cargas.

3.5.3.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS

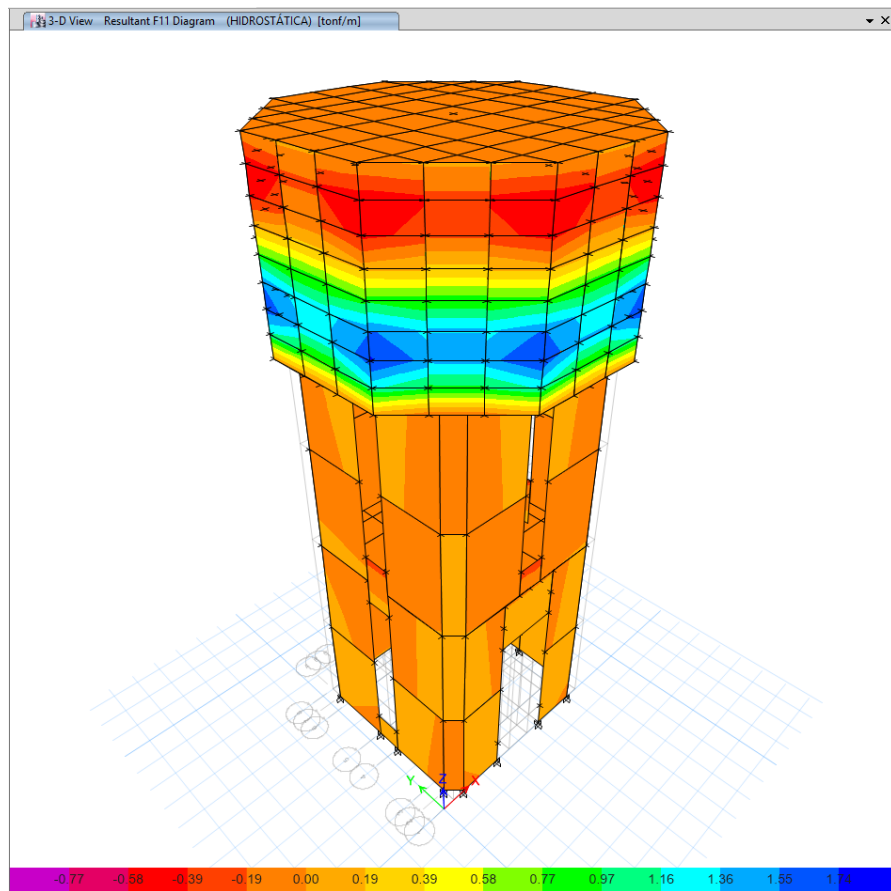
3.5.3.3.1 ASIGNACIÓN DE CARGA ESTÁTICA DE AGUA

El tipo de carga es la presión que produce el agua en las paredes del tanque, siendo la mayor presión en la base y la menor a la altura del nivel del agua. Al mismo tiempo se

asignó las cargas que se generan en el mismo plano de los muros paralelos al movimiento del suelo

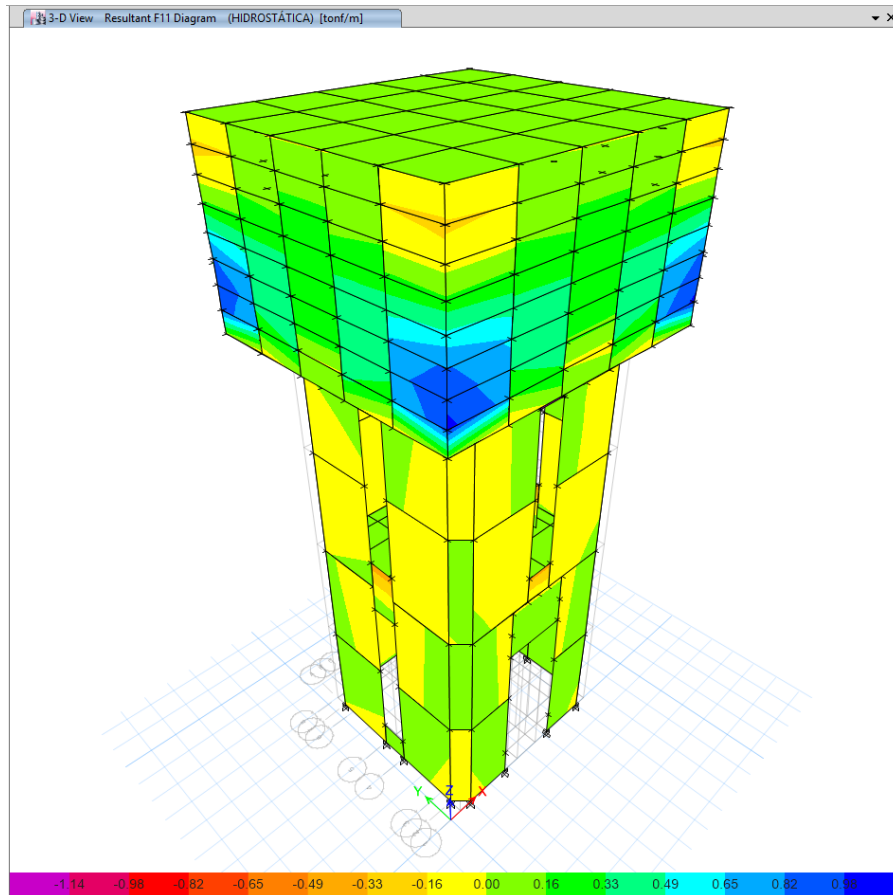
Para la aplicación de la presión en el modelo, primero se definió un patrón de donde se aplicó la carga como presión en superficie.

Figura 24. Presión hidrostática en tanque octogonal.



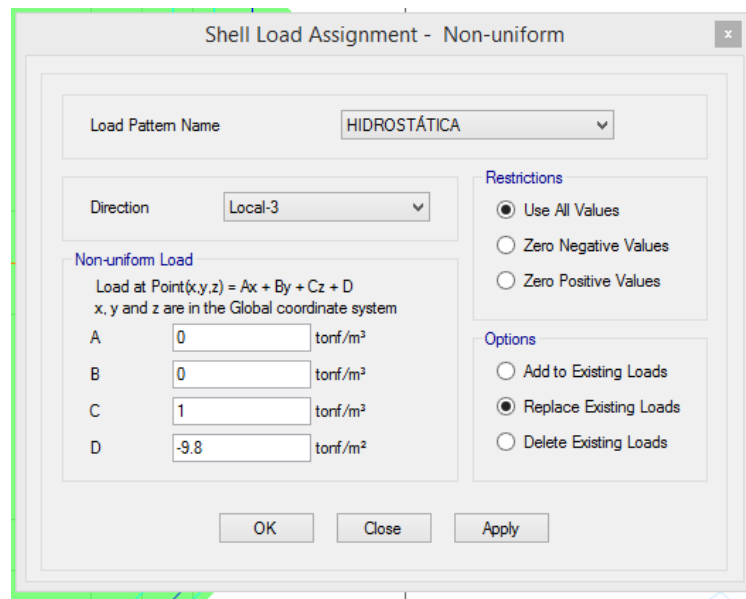
Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 25. Presión hidrostática en tanque rectangular.



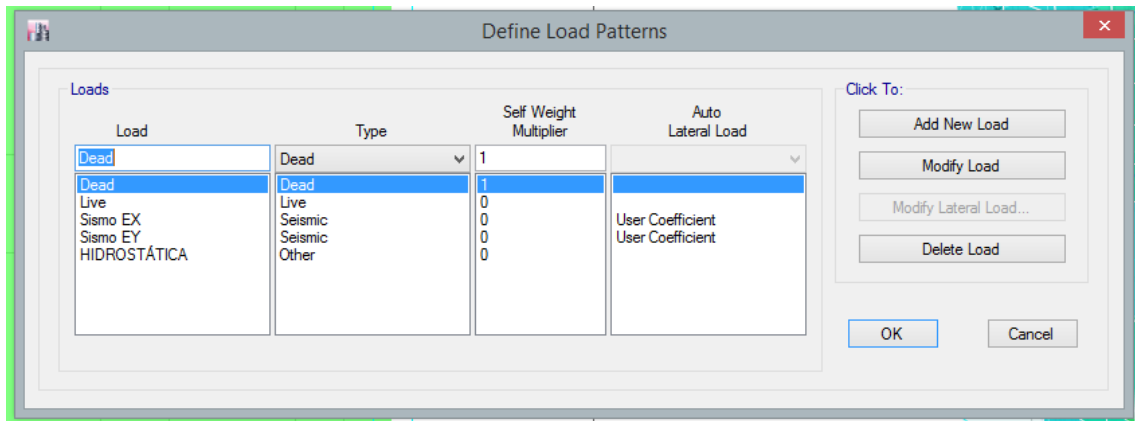
Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 26. Patrones de puntos.



Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 27. Patrones de carga.



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se realizaron los siguientes pasos en la investigación:

Primero se hizo un análisis sísmico estático a las estructuras de acuerdo a la norma norteamericana ACI 350.3-01, para lo cual se determinaron primero los parámetros sísmicos.

Los valores de los parámetros sísmicos se obtuvieron de los propuestos por la norma norteamericana ACI 350.3-01 y los que nos facilita la norma peruana E.030 Sismorresistente como el factor de uso, factor de suelo, factor de zona y factor de reducción sísmico o modificación de respuesta; se detalla la selección de estos valores en los ítems anteriores de “Identificación de los parámetros normativos”. Después de realizado el análisis sísmico estático de las estructuras, se realizó el análisis dinámico del tipo modal espectral, para esto se aplicaron espectros de diseño los cuales fueron contruidos con los parámetros sísmicos que nos brindan las dos normas ya mencionadas.

3.6.1 ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

El procedimiento realizado para el análisis sísmico estático fue según lo planteado por la norma americana ACI 350.3-01. Primero se determinó las masas de los elementos que componen la estructura del tanque como la masa de los muros y de las losas.

Después se calculó el valor de las masas reactivas, es decir de la masa convectiva y de la masa impulsiva, estas dos las podemos calcular mediante fórmulas o podemos

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh \left[0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right)}$$

$$\frac{W_C}{W_L} = 0.230 \left(\frac{D}{H_L} \right) \tanh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]$$

Figura 28. Calculo de pesos

Carga impulsiva				Volumen tanque	=	30
Wi	=	13235.17162		D/HL	=	2.555555556
Carga muros				HL/D	=	0.391304348
Volumen	=	8.7462144		WL	=	30
Ww	=	20990.91456		De	=	5
Carga techo				Di	=	4.6
Volumen	=	1.9635		Areae	=	19.635
Wr	=	4712.4		Areai	=	16.619064
Carga convectiva				Area muros	=	3.015936
Wc	=	15758.86992		tw	=	0.2
				yc	=	2400
				ya	=	1000
				Espesor tapa	=	0.1
				Altura muro	=	2.9

Fuente: Elaboración Propia

Después de calculados los valores de las masas reactivas, procedemos al cálculo de la altura a la cual se encuentran éstas dentro de la estructura, y las obtenemos mediante fórmulas.

$$\frac{D}{H_L} < 1.333$$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{D}{H_L} \right)$$

$$\frac{D}{H_L} \geq 1.333$$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$$\frac{D}{H_L} = \frac{20.90}{5.33} = 3.921$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] - 1}{3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \times \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]}$$

Figura 29. Calculo de alturas

Altura impulsiva a centro de gravedad			D	=	4.6
hi	=	0.675	HL	=	1.8
Altura impulsiva a centro de gravedad			D/HL	=	2.55555556
hc	=	1.65640994	HL/D	=	0.39130435
Altura muros a centro de gravedad			2.55555556	>	1.333
hw	=	1.45	Altura muro	=	2.9
Altura techo centro de gravedad			Espesor tapa	=	0.1
hr	=	2.95			
y	=	1.26046998			

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

Para el análisis dinámico espectral de las estructuras se construyeron 2 espectros de diseño con los parámetros sísmicos obtenidos de la norma norteamericana ACI 350.3-01 para las dos masas reactivas, uno para la masa impulsiva y el otro para la masa convectiva del modelo planteado.

Se construyó también un espectro de diseño considerando los parámetros sísmicos que nos brinda la Norma Peruana E.030 Sismorresistente de acuerdo al tipo de estructura, ubicación y material de la estructura.

3.6.2.1 ESPECTROS DE DISEÑO

3.6.2.1.1 ESPECTROS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA ACI 350.3-01

Para determinar los espectros de diseño según la norma norte americana ACI 350.3-01 se usó la siguiente relación para la masa impulsiva:

$$S_a = \frac{ZISC_i}{R_{wi}} \times g$$

Tabla 21. Parámetros de Norma ACI 350.3-01

PARÁMETROS NORMA ACI 350.3 - 01		
PARÁMETRO		FACTOR
ZONA	Z	0.25
PERFIL DE SUELO	S	1.50
IMPORTANCIA	I	1.25
FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA	R _{wi}	2.75
	R _{wc}	1.00

Fuente: ACI 350.3

$$S_a = \frac{ZISC_c}{R_{wc}} \times g$$



Z = Factor de Zona Sísmica
 I = Factor de Importación
 S = Coeficiente de perfil de Suelo
 R_{wc} = Factor de modificación de respuesta conv.

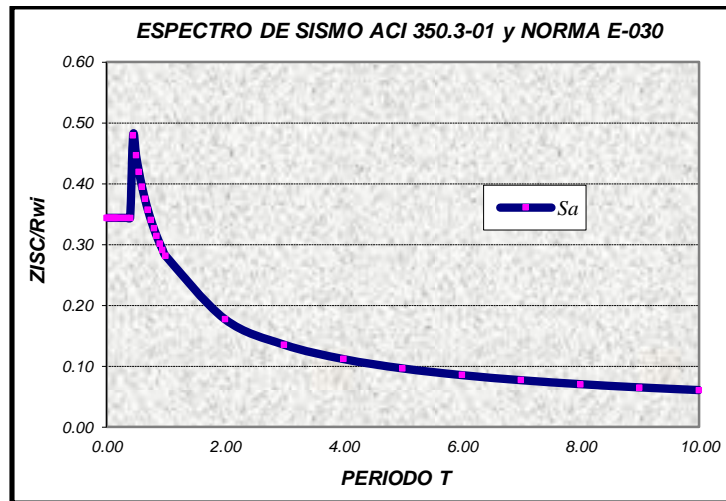
C_e = Factor de amplificación espectral convectivo
 g = Aceleración de la gravedad

Tabla 22. Comparación de espectro de respuesta ACI 350

IMPULSIVO		CONVECTIVO	
T	A	T	A
0.00000	0.34375	0.00000	1.03125
0.02000	0.34375	0.02000	1.03125
0.04000	0.34375	0.04000	1.03125
0.06000	0.34375	0.06000	1.03125
0.08000	0.34375	0.08000	1.03125
0.10000	0.34375	0.10000	1.03125
0.12000	0.34375	0.12000	1.03125
0.14000	0.34375	0.14000	1.03125
0.16000	0.34375	0.16000	1.03125
0.18000	0.34375	0.18000	1.03125
0.20000	0.34375	0.20000	1.03125
0.25000	0.34375	0.25000	1.03125
0.30000	0.34375	0.30000	1.03125
0.35000	0.34375	0.35000	1.03125
0.40000	0.34375	0.40000	1.03125
0.45000	0.47894	0.45000	1.03125
0.50000	0.44646	0.50000	1.03125
0.55000	0.41897	0.55000	1.03125
0.60000	0.39536	0.60000	1.03125
0.65000	0.37482	0.65000	1.03125
0.70000	0.35675	0.70000	1.03125
0.75000	0.34071	0.75000	1.02213
0.80000	0.32636	0.80000	0.97909
0.85000	0.31343	0.85000	0.94030
0.90000	0.30172	0.90000	0.90515
0.95000	0.29103	0.95000	0.87310
1.00000	0.28125	1.00000	0.84375
2.00000	0.17718	2.00000	0.53153
3.00000	0.13521	3.00000	0.30000
4.00000	0.11161	4.00000	0.16875
5.00000	0.09619	5.00000	0.10800
6.00000	0.08518	6.00000	0.07500
7.00000	0.07686	7.00000	0.05510
8.00000	0.07031	8.00000	0.04219
9.00000	0.06500	9.00000	0.03333
10.00000	0.06059	10.00000	0.02700

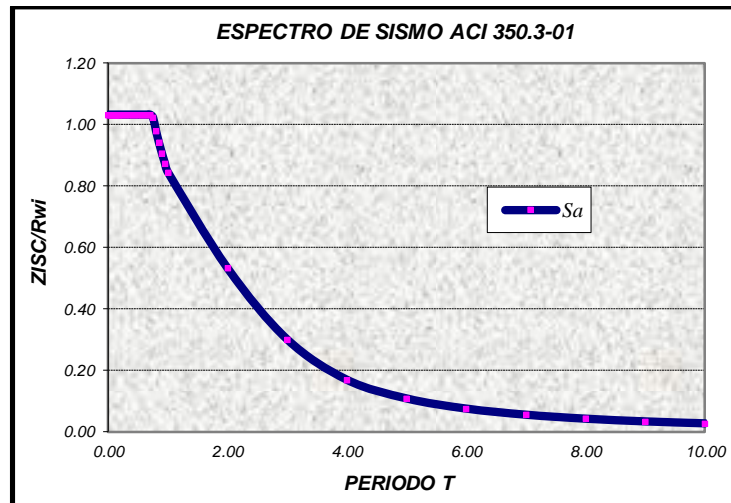
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Espectro De Sismo ACI 350.3-01 Y NTPE.030 impulsiva.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Espectro De Sismo ACI 350.3-01 Y NTPE.030 convectiva

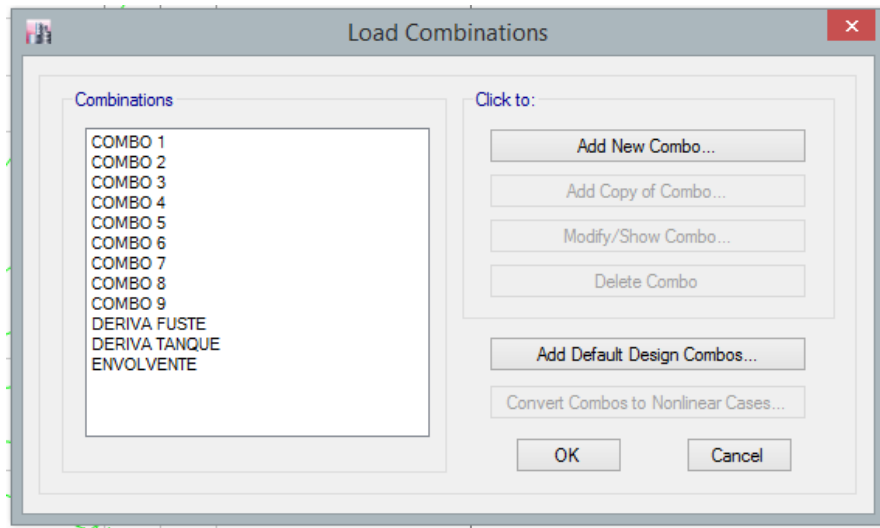


Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.1.1 DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DE LA MASA IMPULSIVA COMO UNA FUNCIÓN

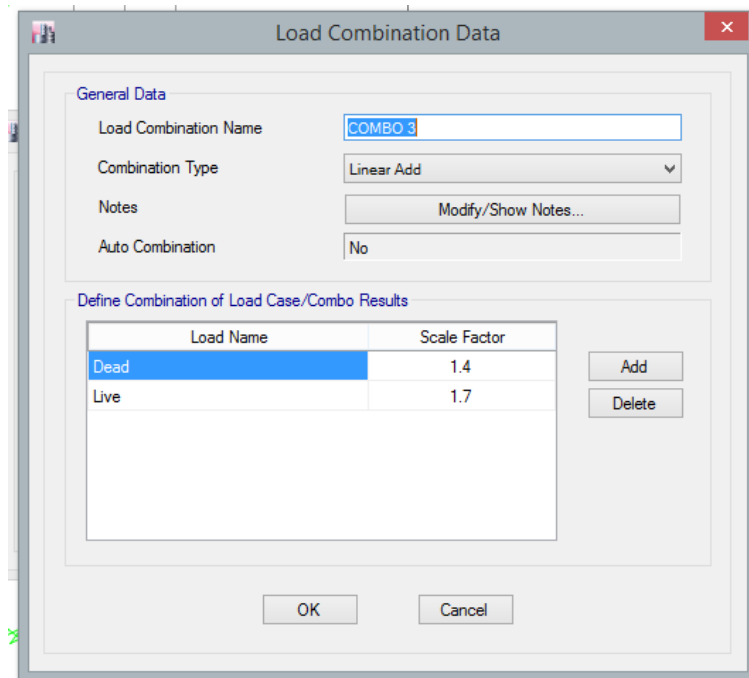
Para poder colocar el espectro de diseño en el modelo realizado de la estructura, se ingresó éste como una función de la siguiente forma:

Figura 30. Asignación de combinación de cargas.



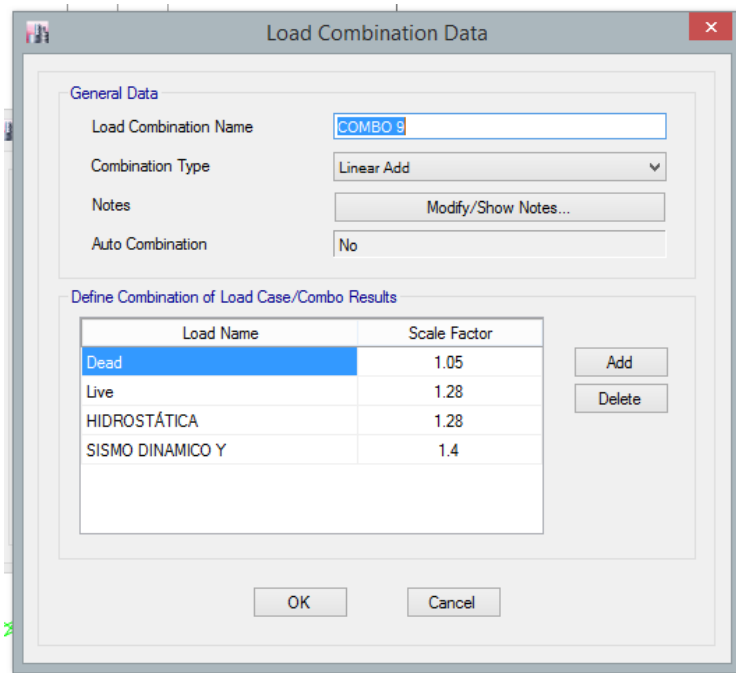
Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 31. Asignación de cargas vivas y muertas.



Fuente: Software Etabs V.2016

Figura 32. Asignación de factores impulsivos y convectivos-



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6.3 TANQUE OCTOGONAL SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

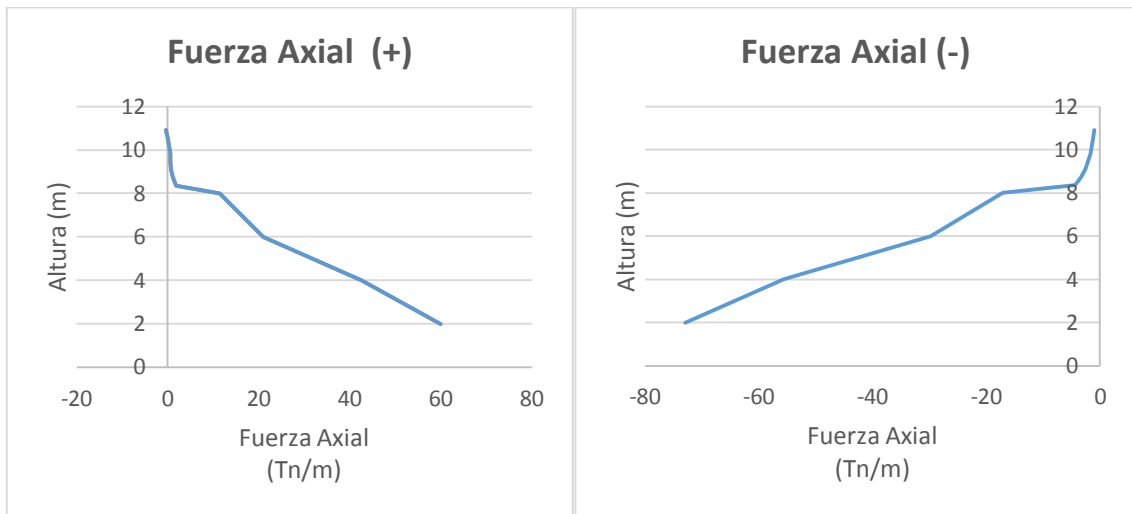
3.6.3.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350

Tabla 25. Fuerza Axial Convectivo Aci 350 Octogonal

FUERZA AXIAL CONVECTIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL (TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
59.931	2	-72.96	2	ENVOLVENTE
42.744	4	-55.55	4	ENVOLVENTE
20.973	6	-29.76	6	ENVOLVENTE
11.412	8	-17.13	8	ENVOLVENTE
1.811	8.363	-4.329	8.363	ENVOLVENTE
1.178	8.725	-3.363	8.725	ENVOLVENTE
0.746	9.088	-2.556	9.088	ENVOLVENTE
0.605	9.45	-2.076	9.45	ENVOLVENTE
0.524	9.813	-1.646	9.813	ENVOLVENTE
0.336	10.18	-1.438	10.18	ENVOLVENTE
0.011	10.54	-1.232	10.54	ENVOLVENTE
-0.352	10.9	-1.005	10.9	ENVOLVENTE

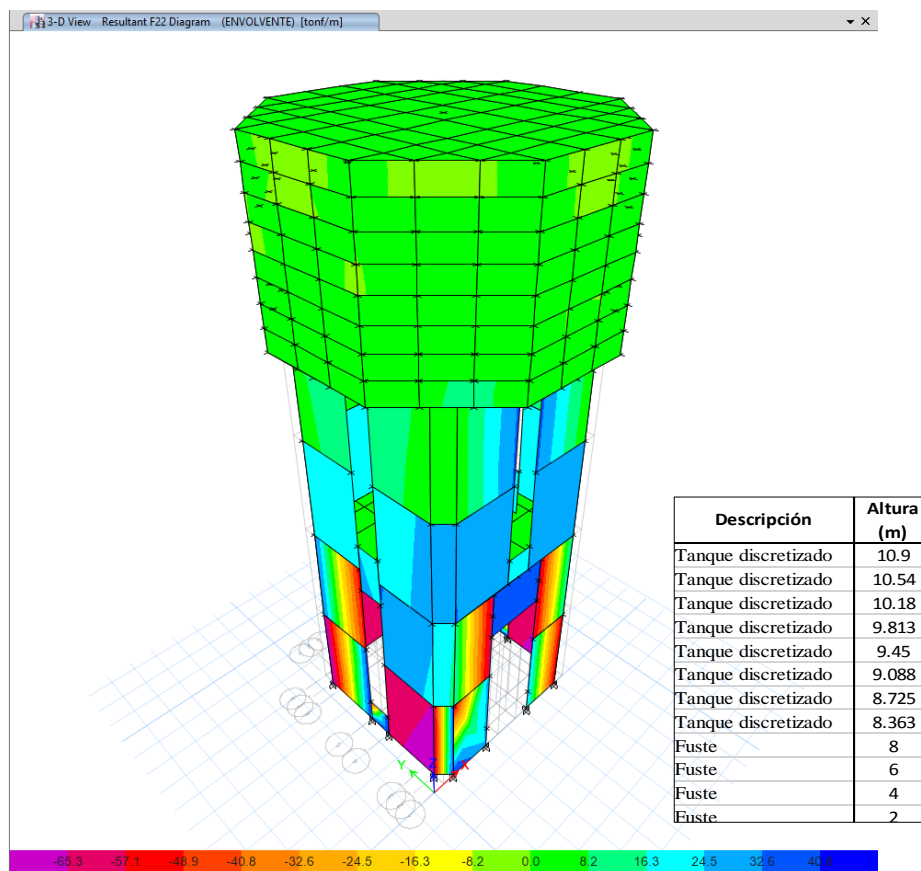
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Fuerza axial convectiva octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Fuerza axial convectiva octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

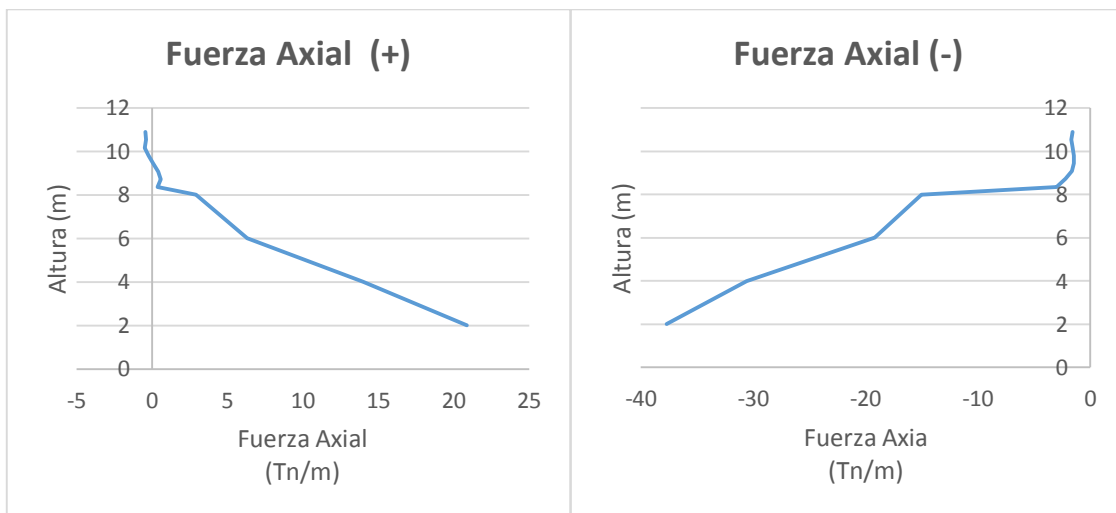
3.6.3.2 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 27. Fuerza Axial impulsiva Aci350.3 Octogonal

FUERZA AXIAL IMPULSIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL(TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
20.857	2	-37.741	2	ENVOLVENTE
13.981	4	-30.579	4	ENVOLVENTE
6.324	6	-19.17	6	ENVOLVENTE
2.916	8	-15.026	8	ENVOLVENTE
0.371	8.363	-2.993	8.36	ENVOLVENTE
0.59	8.725	-2.191	8.73	ENVOLVENTE
0.4	9.088	-1.617	9.09	ENVOLVENTE
0.046	9.45	-1.431	9.45	ENVOLVENTE
-0.244	9.813	-1.43	9.81	ENVOLVENTE
-0.467	10.18	-1.53	10.2	ENVOLVENTE
-0.388	10.54	-1.681	10.5	ENVOLVENTE
-0.44	10.9	-1.533	10.9	ENVOLVENTE

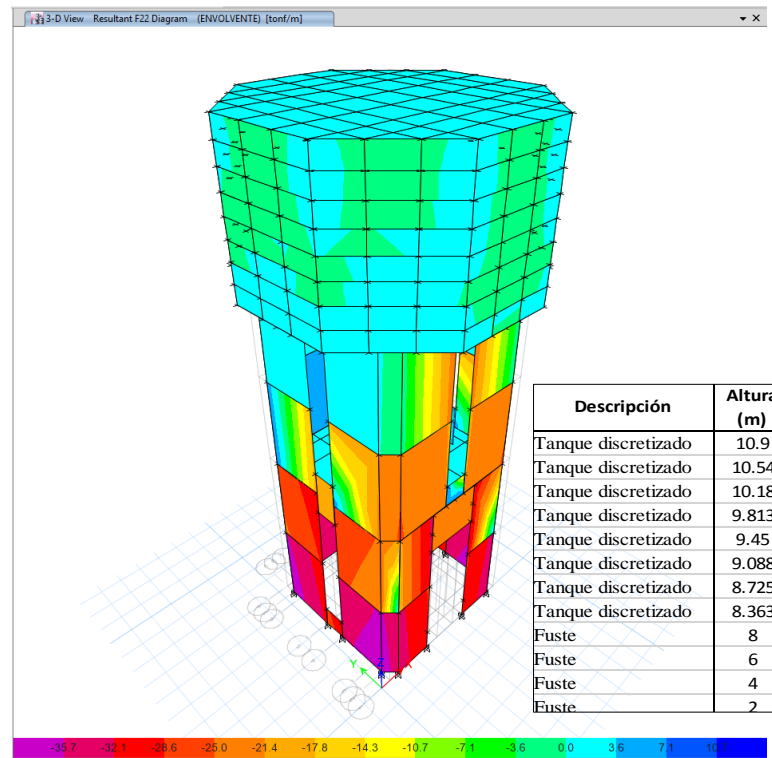
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Fuerza axial impulsiva octogonal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. Fuerza axial impulsiva octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

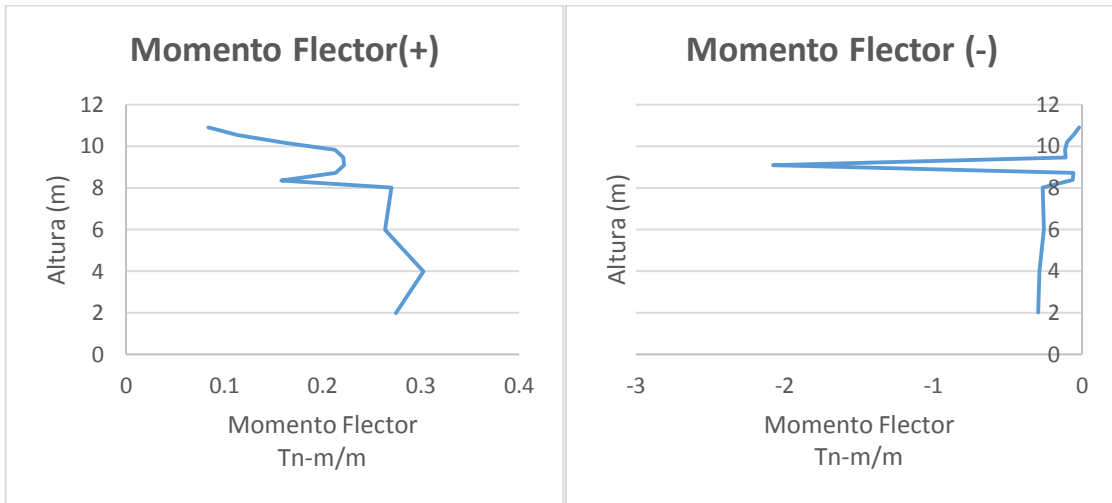
3.6.3.3 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 29. Momento flector Convectivo Aci350.3 Octogonal

MOMENTO FLECTOR CONVECTIVO ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR (TN-M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.2744	2	-0.293	2	ENVOLVENTE
0.3027	4	-0.287	4	ENVOLVENTE
0.2636	6	-0.255	6	ENVOLVENTE
0.27	8	-0.263	8	ENVOLVENTE
0.158	8.363	-0.061	8.363	ENVOLVENTE
0.2133	8.725	-0.058	8.725	ENVOLVENTE
0.2218	9.088	-2.076	9.088	ENVOLVENTE
0.2213	9.45	-0.107	9.45	ENVOLVENTE
0.2129	9.813	-0.114	9.813	ENVOLVENTE
0.161	10.18	-0.099	10.18	ENVOLVENTE
0.1134	10.54	-0.058	10.54	ENVOLVENTE
0.0835	10.9	-0.016	10.9	ENVOLVENTE

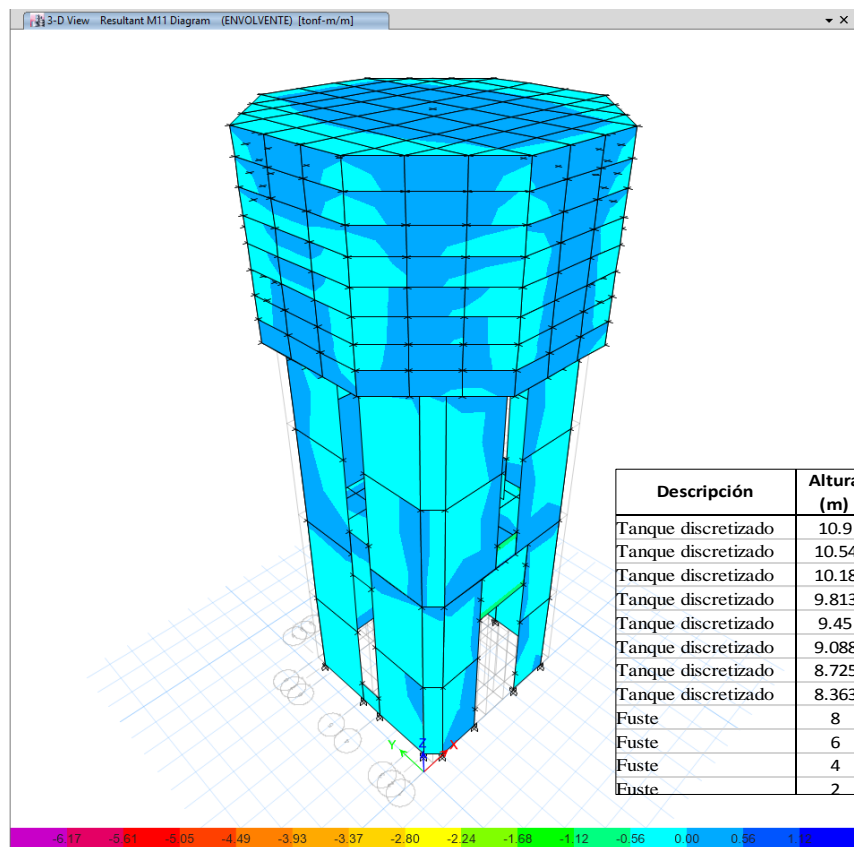
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Momento convectivo octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 35. Momento convectivo octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

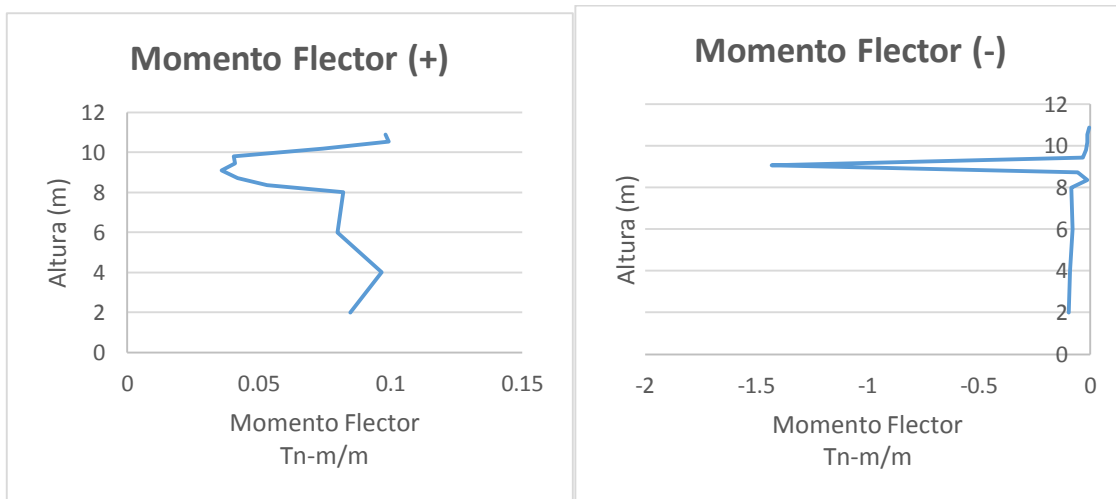
3.6.3.4 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 31. Momento flector Impulsivo Aci350.3 Octogonal

MOMENTO FLECTOR IMPULSIVA ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR (TN-M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0847	2	-0.0945	2	ENVOLVENTE
0.0967	4	-0.0904	4	ENVOLVENTE
0.0799	6	-0.077	6	ENVOLVENTE
0.0819	8	-0.0829	8	ENVOLVENTE
0.0531	8.363	-0.012	8.36	ENVOLVENTE
0.0419	8.725	-0.0539	8.73	ENVOLVENTE
0.0357	9.088	-1.431	9.09	ENVOLVENTE
0.0409	9.45	-0.0333	9.45	ENVOLVENTE
0.0403	9.813	-0.0164	9.81	ENVOLVENTE
0.0742	10.18	-0.0105	10.2	ENVOLVENTE
0.0992	10.54	-0.0106	10.5	ENVOLVENTE
0.0981	10.9	-0.0021	10.9	ENVOLVENTE

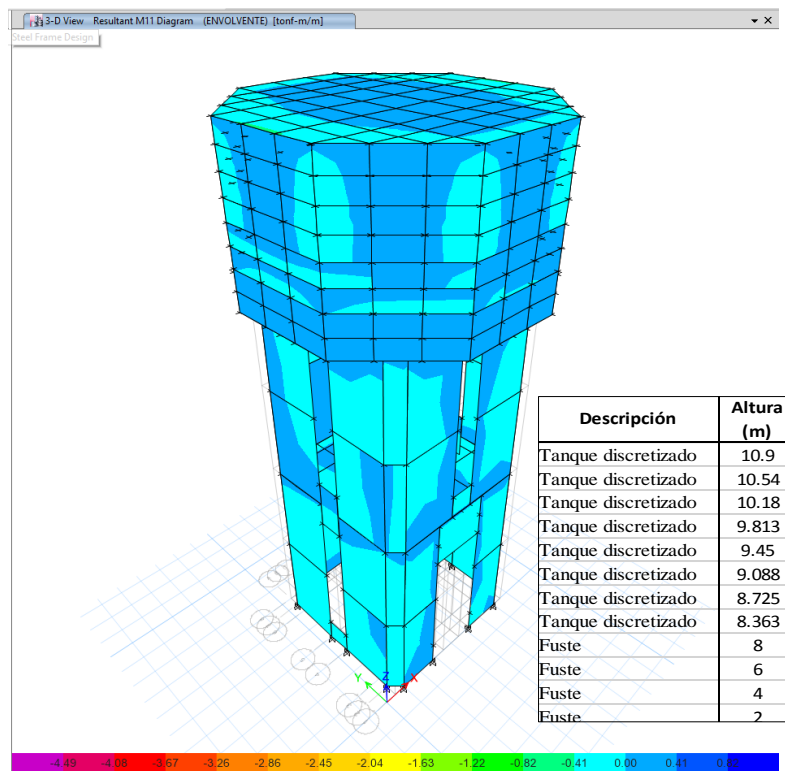
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Momento impulsivo octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 36. Momento impulsivo octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

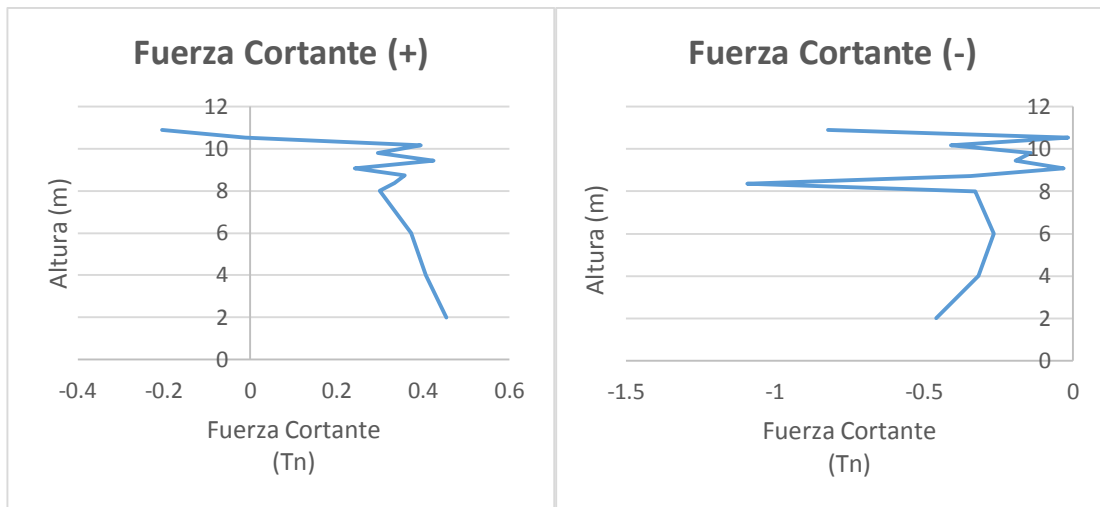
3.6.3.5 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 33. Fuerza convectiva Aci350.3 Octogonal

FUERZA CORTANTE CONVECTIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.454	2	-0.459	2	ENVOLVENTE
0.406	4	-0.316	4	ENVOLVENTE
0.372	6	-0.265	6	ENVOLVENTE
0.3	8	-0.327	8	ENVOLVENTE
0.334	8.363	-1.092	8.363	ENVOLVENTE
0.358	8.725	-0.342	8.725	ENVOLVENTE
0.242	9.088	-0.031	9.088	ENVOLVENTE
0.424	9.45	-0.192	9.45	ENVOLVENTE
0.296	9.813	-0.14	9.813	ENVOLVENTE
0.395	10.18	-0.41	10.18	ENVOLVENTE
-0.011	10.54	-0.016	10.54	ENVOLVENTE
-0.204	10.9	-0.822	10.9	ENVOLVENTE

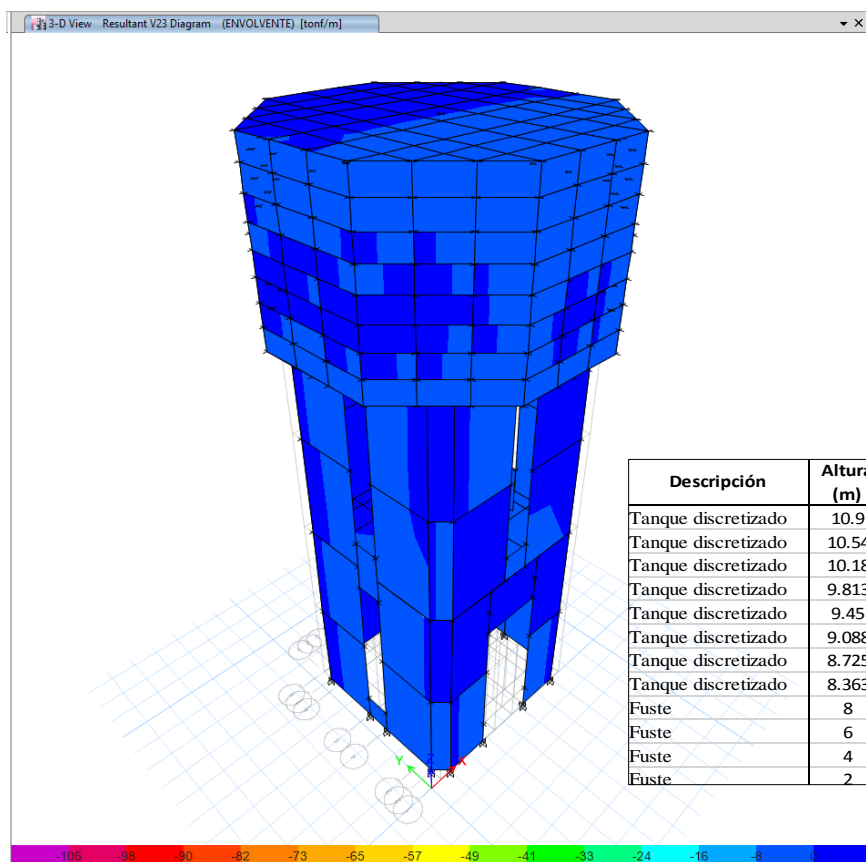
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Fuerza cortante convectiva octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 37. Fuerza cortante convectiva octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

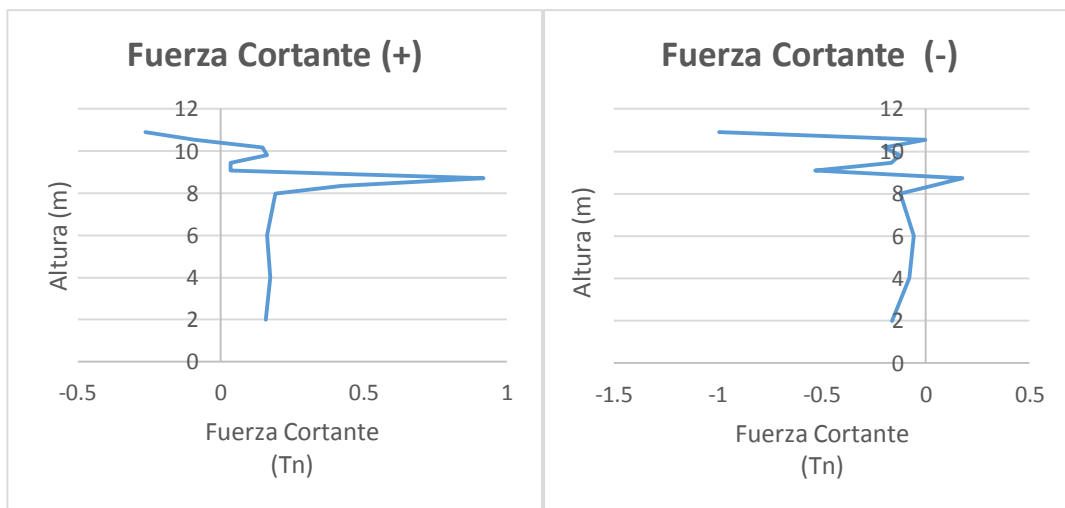
3.6.3.6 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 35. Fuerza impulsiva Aci350.3 Octogonal

FUERZA CORTANTE IMPULSIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.158	2	-0.163	2	ENVOLVENTE
0.173	4	-0.079	4	ENVOLVENTE
0.163	6	-0.058	6	ENVOLVENTE
0.191	8	-0.122	8	ENVOLVENTE
0.422	8.363	0.03	8.36	ENVOLVENTE
0.918	8.725	0.176	8.73	ENVOLVENTE
0.034	9.088	-0.532	9.09	ENVOLVENTE
0.035	9.45	-0.164	9.45	ENVOLVENTE
0.161	9.813	-0.126	9.81	ENVOLVENTE
0.146	10.18	-0.198	10.2	ENVOLVENTE
-0.09	10.54	-0.0021	10.5	ENVOLVENTE
-0.262	10.9	-0.993	10.9	ENVOLVENTE

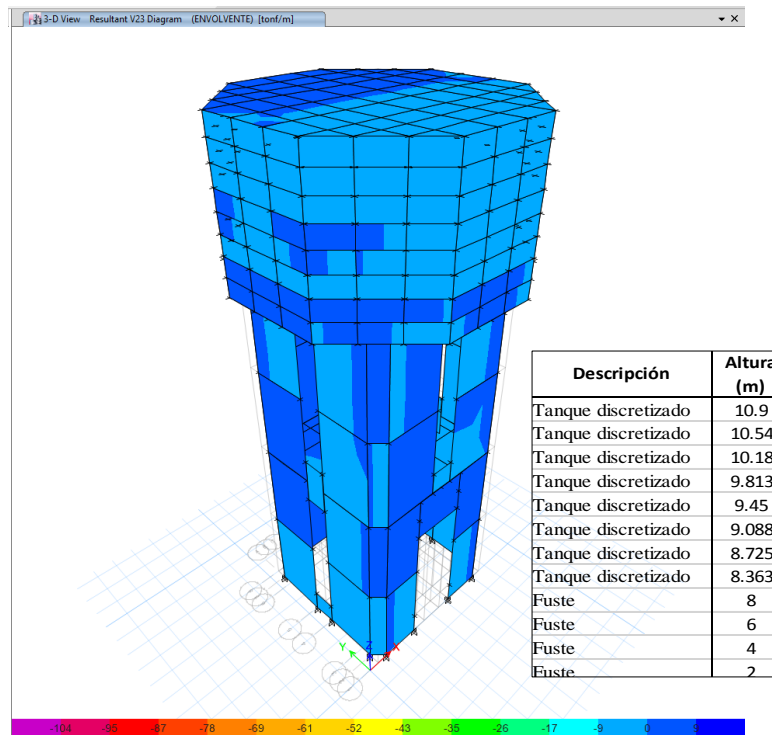
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Fuerza impulsiva octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38. Fuerza impulsiva octogonal.



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6.4 TANQUE RECTANGULAR SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

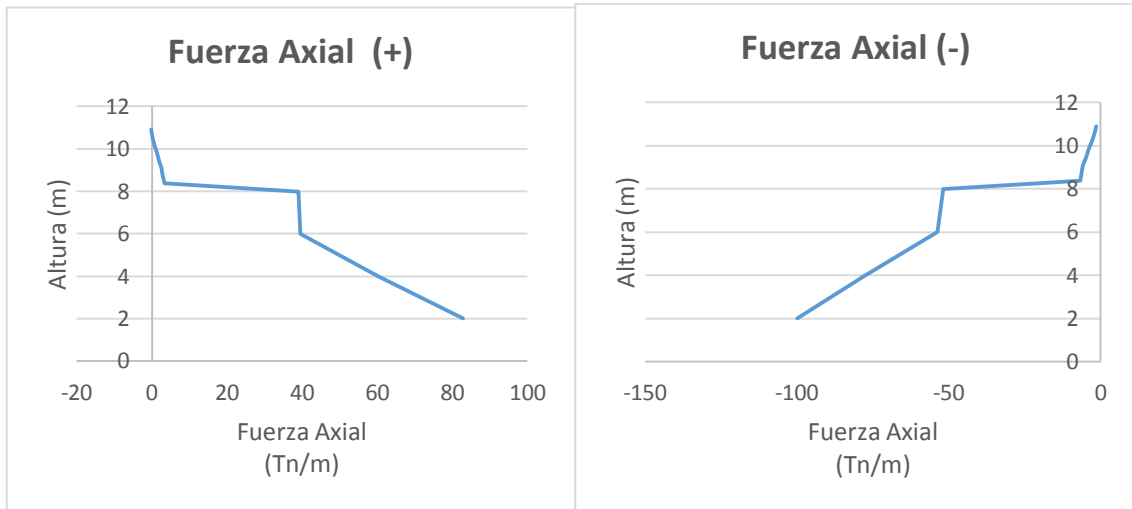
3.6.4.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA SEGÚN LA ACI 350.3

Tabla 37. Fuerza Axial Convectivo Aci350.3 Rectangular

FUERZA AXIAL CONVECTIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL (TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
82.911	2	-99.8	2	ENVOLVENTE
60.146	4	-77.47	4	ENVOLVENTE
39.561	6	-53.71	6	ENVOLVENTE
38.993	8	-51.66	8	ENVOLVENTE
3.408	8.363	-6.601	8.3625	ENVOLVENTE
2.848	8.725	-6.206	8.725	ENVOLVENTE
2.476	9.088	-5.687	9.0875	ENVOLVENTE
1.845	9.45	-4.708	9.45	ENVOLVENTE
1.27	9.813	-3.801	9.8125	ENVOLVENTE
0.736	10.18	-2.902	10.175	ENVOLVENTE
0.237	10.54	-2.052	10.5375	ENVOLVENTE
-0.221	10.9	-1.244	10.9	ENVOLVENTE

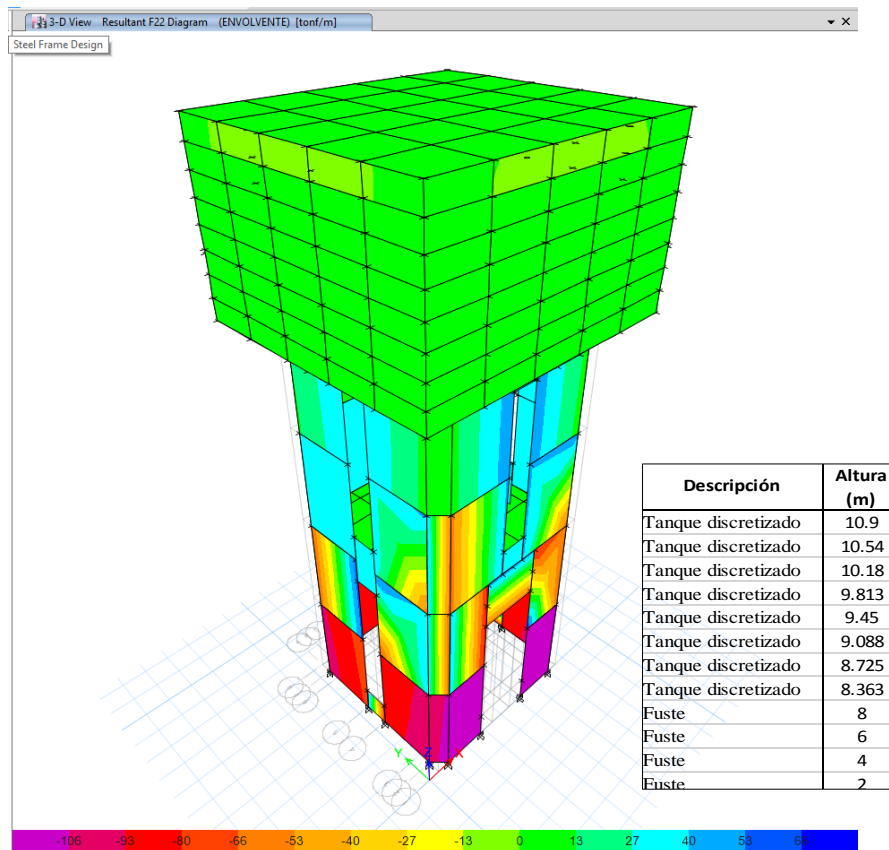
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Fuerza axial convectiva rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39. Fuerza axial convectiva rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

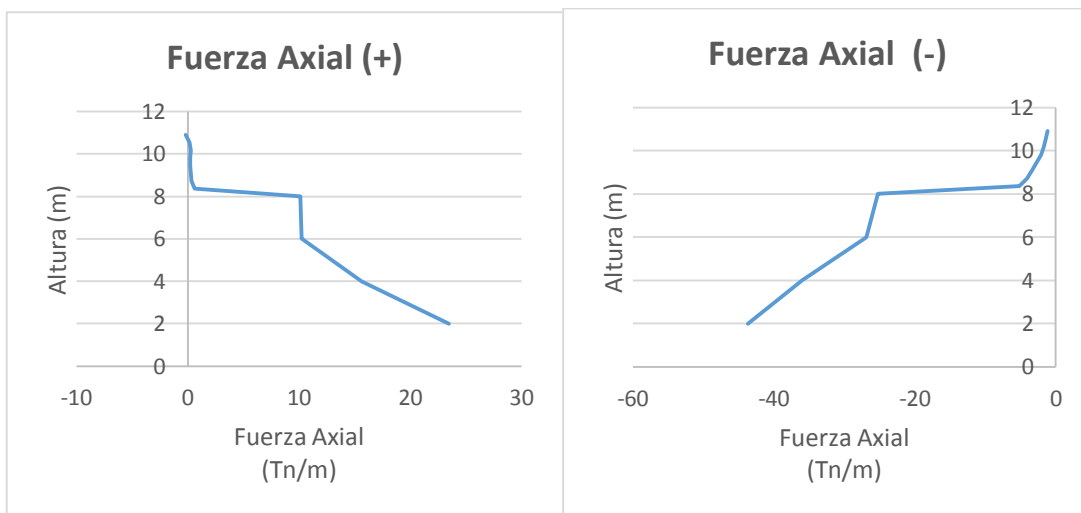
3.6.4.2 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 39. Fuerza Axial impulsiva Aci350.3 rectangular

FUERZA AXIAL IMPULSIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL(TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
23.491	2	-43.707	2	ENVOLVENTE
15.628	4	-35.998	4	ENVOLVENTE
10.211	6	-26.872	6	ENVOLVENTE
10.129	8	-25.201	8	ENVOLVENTE
0.616	8.36	-5.12	8.363	ENVOLVENTE
0.356	8.73	-4.042	8.725	ENVOLVENTE
0.276	9.09	-3.303	9.088	ENVOLVENTE
0.239	9.45	-2.706	9.45	ENVOLVENTE
0.206	9.81	-2.094	9.813	ENVOLVENTE
0.286	10.2	-1.671	10.18	ENVOLVENTE
0.164	10.5	-1.416	10.54	ENVOLVENTE
-0.168	10.9	-1.195	10.9	ENVOLVENTE

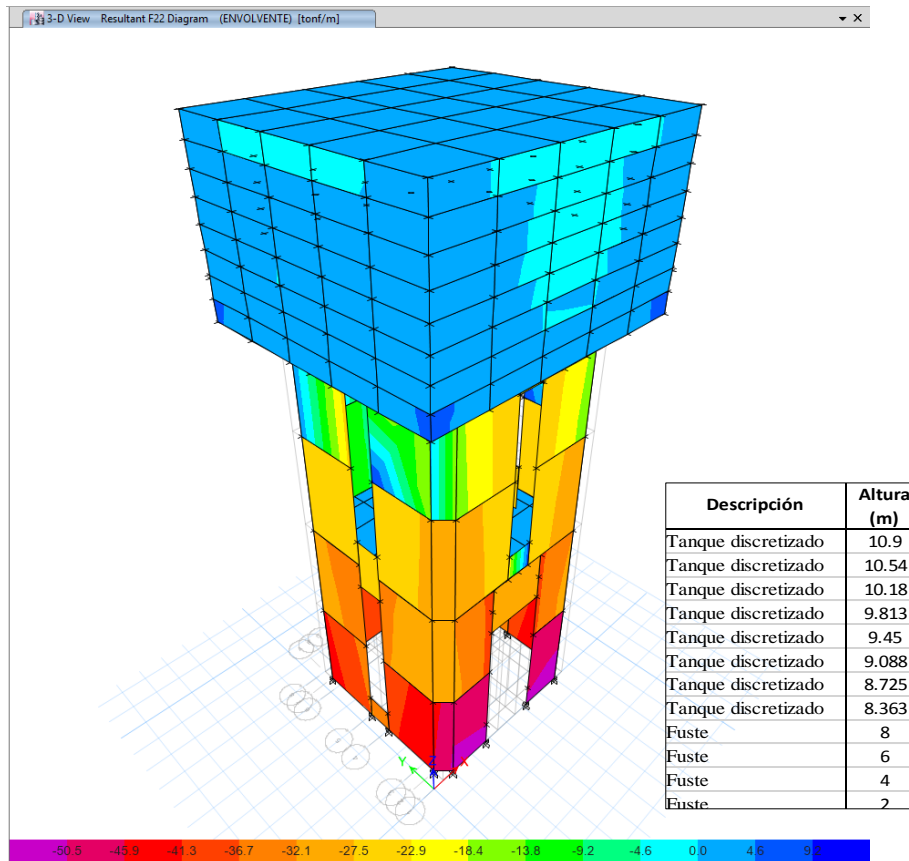
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Fuerza axial impulsiva rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 40. Fuerza axial impulsiva rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

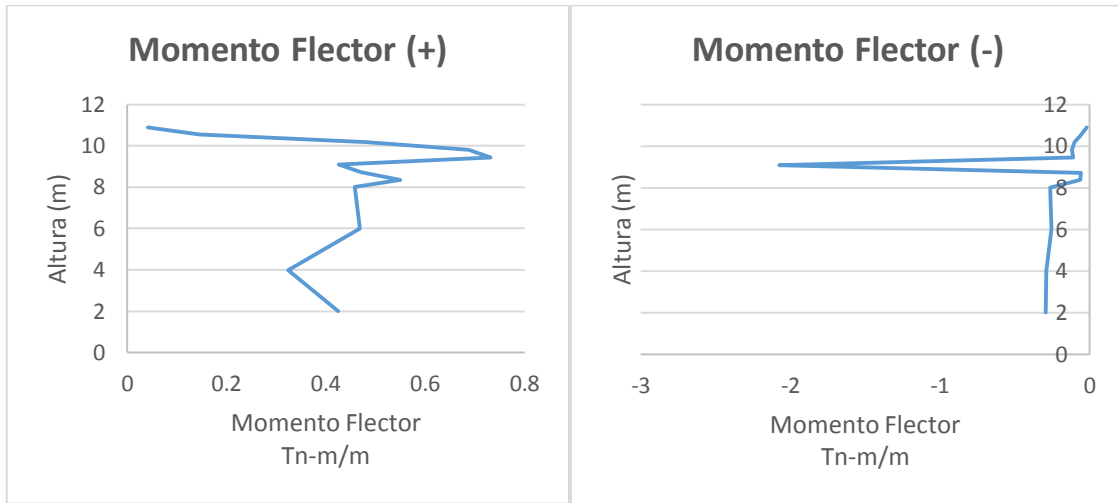
3.6.4.3 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 41. Momento flector convectivo Aci350.3 rectangular

MOMENTO FLECTOR CONVECTIVO ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR (TN-M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.1917	2	-0.207	2	ENVOLVENTE
0.3048	4	-0.29	4	ENVOLVENTE
0.2153	6	-0.309	6	ENVOLVENTE
0.1878	8	-0.224	8	ENVOLVENTE
0.1926	8.363	-0.081	8.3625	ENVOLVENTE
0.3377	8.725	-0.126	8.725	ENVOLVENTE
0.4305	9.088	-4.708	9.0875	ENVOLVENTE
0.423	9.45	-0.168	9.45	ENVOLVENTE
0.3953	9.813	-0.139	9.8125	ENVOLVENTE
0.3231	10.18	-0.097	10.175	ENVOLVENTE
0.2307	10.54	-0.048	10.5375	ENVOLVENTE
0.1381	10.9	0.0024	10.9	ENVOLVENTE

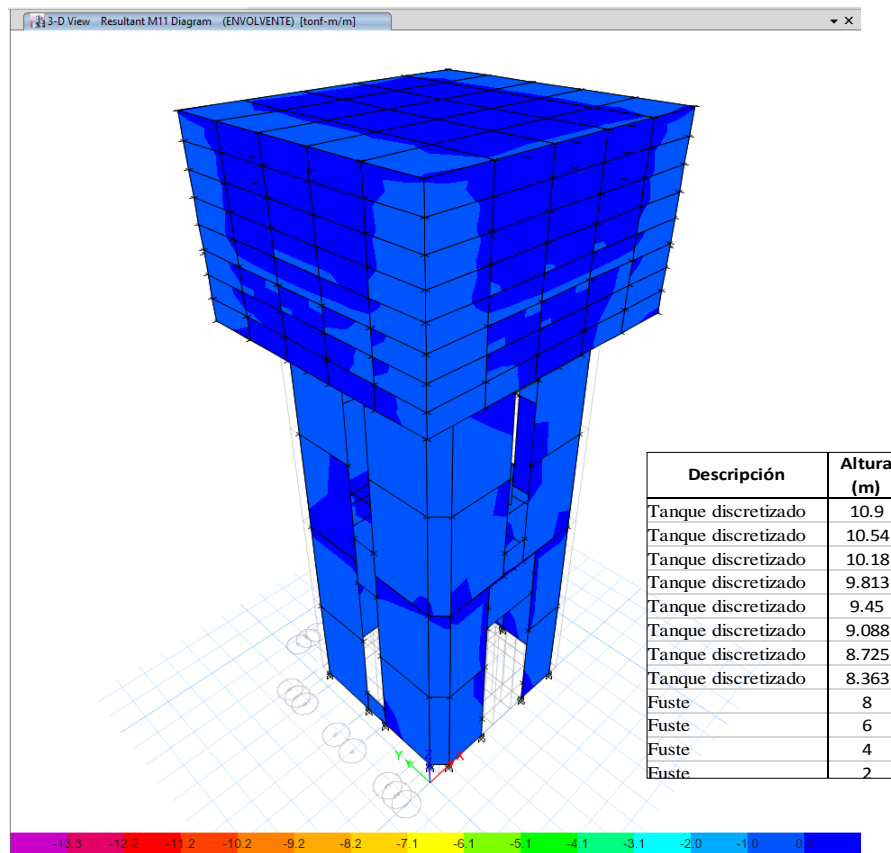
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Momento convectivo rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 41. Momento convectivo rectangular.



Fuente: Software Etabs V.2016

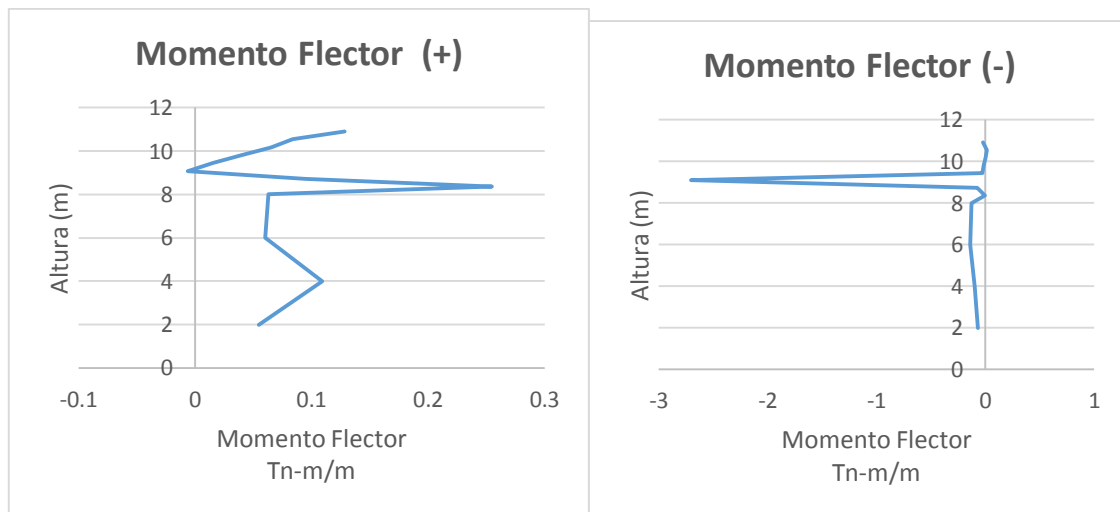
3.6.4.4 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 43. Momento flector Impulsivo Aci350.3 rectangular

MOMENTO FLECTOR IMPULSIVA ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR (TN-M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0549	2	-0.0675	2	ENVOLVENTE
0.1091	4	-0.0963	4	ENVOLVENTE
0.0604	6	-0.1393	6	ENVOLVENTE
0.0627	8	-0.126	8	ENVOLVENTE
0.2549	8.36	-0.0039	8.363	ENVOLVENTE
0.0942	8.73	-0.0707	8.725	ENVOLVENTE
-0.0066	9.09	-2.706	9.088	ENVOLVENTE
0.0156	9.45	-0.0284	9.45	ENVOLVENTE
0.0396	9.81	-0.0124	9.813	ENVOLVENTE
0.0652	10.2	0.0014	10.18	ENVOLVENTE
0.084	10.5	0.015	10.54	ENVOLVENTE
0.1283	10.9	-0.0228	10.9	ENVOLVENTE

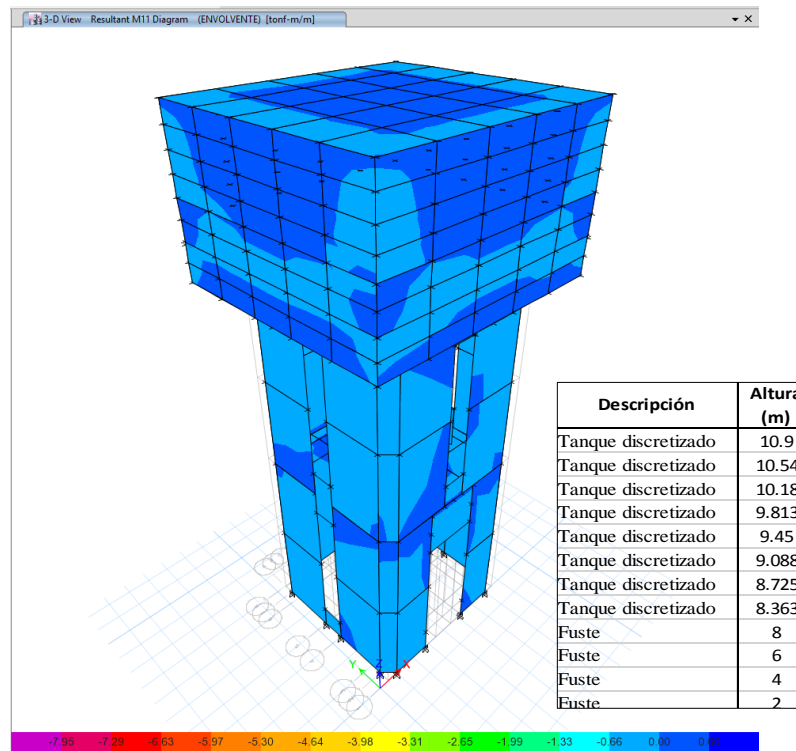
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Momento impulsivo rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 42. Momento impulsivo rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

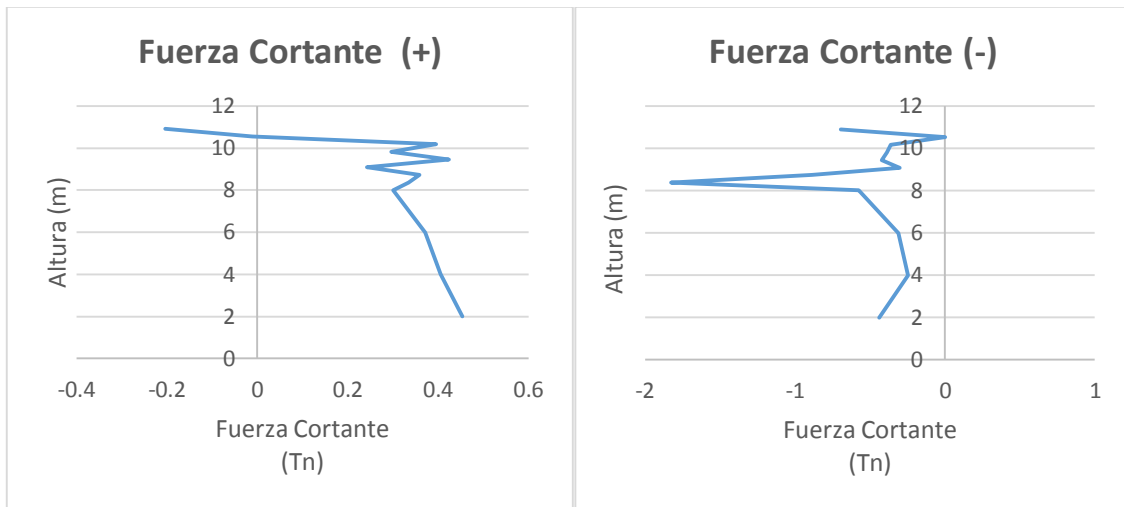
3.6.4.5 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA CONVECTIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 45. Fuerza cortante convectiva Aci350.3 rectangular

FUERZA CORTANTE CONVECTIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.425	2	-0.437	2	ENVOLVENTE
0.324	4	-0.245	4	ENVOLVENTE
0.469	6	-0.308	6	ENVOLVENTE
0.458	8	-0.576	8	ENVOLVENTE
0.55	8.363	-1.828	8.3625	ENVOLVENTE
0.471	8.725	-0.886	8.725	ENVOLVENTE
0.426	9.088	-0.303	9.0875	ENVOLVENTE
0.731	9.45	-0.423	9.45	ENVOLVENTE
0.688	9.813	-0.385	9.8125	ENVOLVENTE
0.481	10.18	-0.363	10.175	ENVOLVENTE
0.145	10.54	0.0024	10.5375	ENVOLVENTE
0.041	10.9	-0.694	10.9	ENVOLVENTE

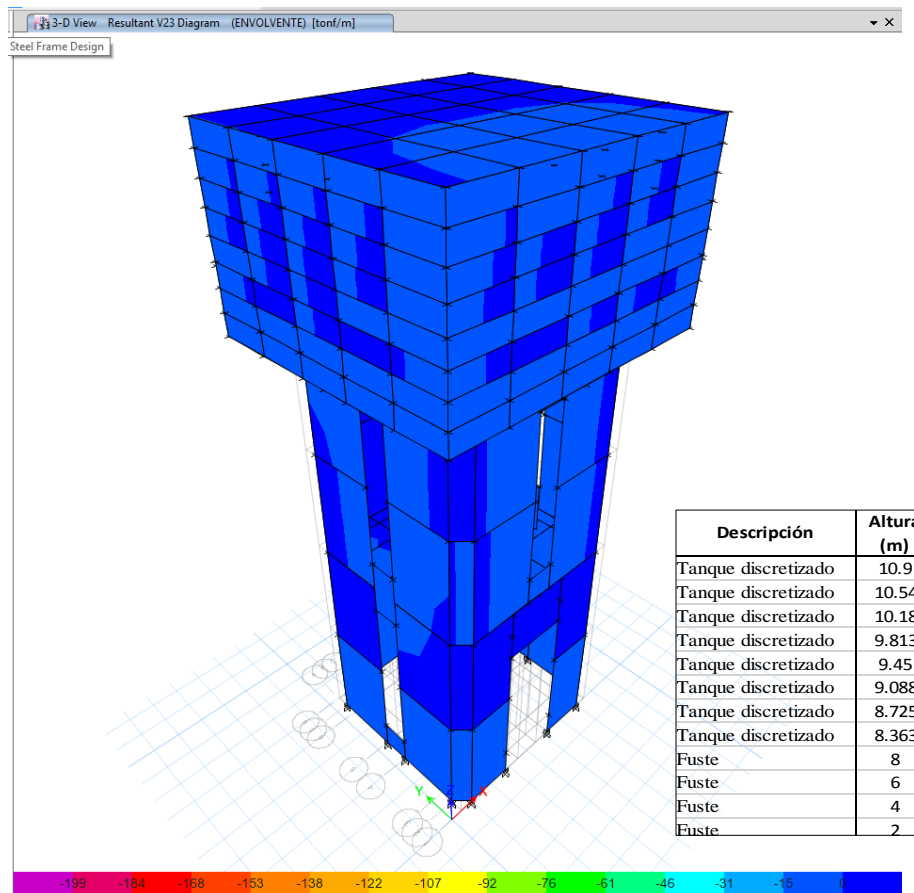
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Fuerza cortante convectiva rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 43. Fuerza cortante convectiva rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

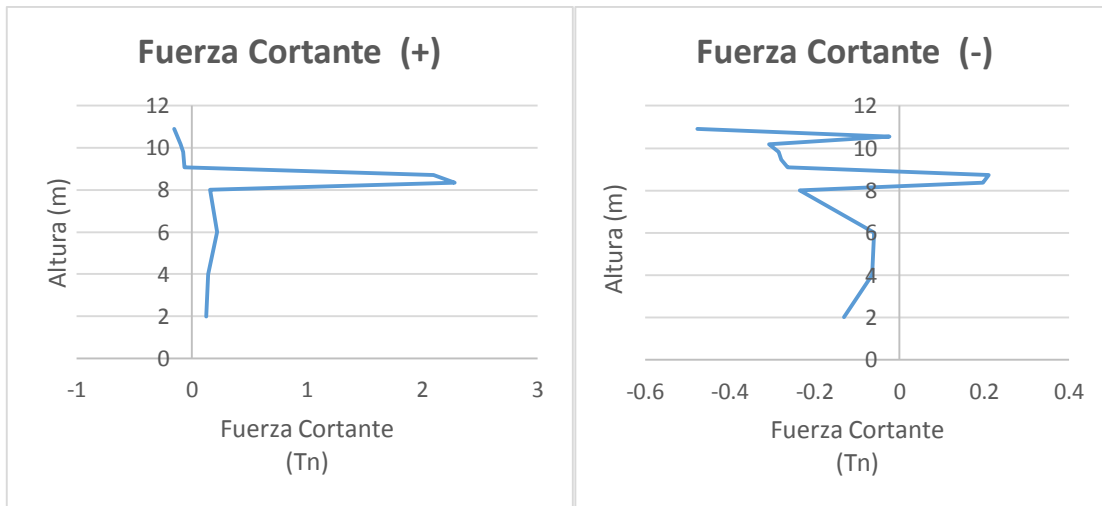
3.6.4.6 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA IMPULSIVA ACI SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 47. Fuerza impulsiva Aci350.3 rectangular

FUERZA CORTANTE IMPULSIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.124	2	-0.131	2	ENVOLVENTE
0.14	4	-0.064	4	ENVOLVENTE
0.22	6	-0.06	6	ENVOLVENTE
0.159	8	-0.235	8	ENVOLVENTE
2.279	8.36	0.197	8.363	ENVOLVENTE
2.098	8.73	0.211	8.725	ENVOLVENTE
-0.067	9.09	-0.263	9.088	ENVOLVENTE
-0.07	9.45	-0.279	9.45	ENVOLVENTE
-0.076	9.81	-0.285	9.813	ENVOLVENTE
-0.098	10.2	-0.307	10.18	ENVOLVENTE
-0.124	10.5	-0.0228	10.54	ENVOLVENTE
-0.152	10.9	-0.476	10.9	ENVOLVENTE

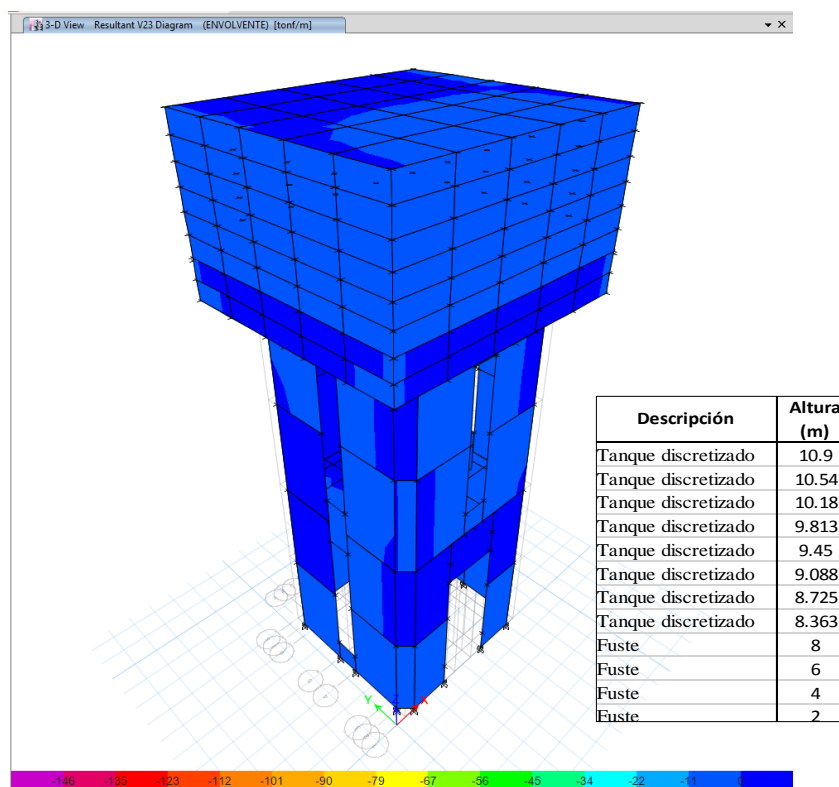
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Fuerza impulsiva rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 44. Fuerza impulsiva rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6.5 TANQUE OCTOGONAL CON NTP- E.030

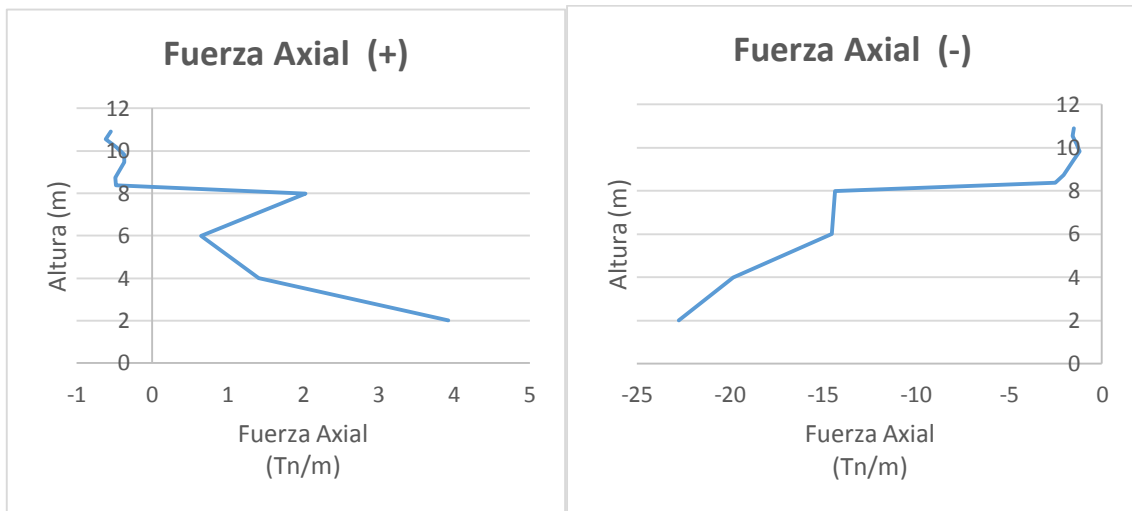
3.6.5.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.030

Tabla 49. Fuerza Axial E.030 octogonal

FUERZA AXIAL NTP E.030				
FUERZA AXIAL (TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
3.923	2	-22.768	2	ENVOLVENTE
1.41	4	-19.828	4	ENVOLVENTE
0.651	6	-14.541	6	ENVOLVENTE
2.028	8	-14.362	8	ENVOLVENTE
-0.478	8.363	-2.502	8.363	ENVOLVENTE
-0.493	8.725	-2.061	8.725	ENVOLVENTE
-0.428	9.088	-1.787	9.088	ENVOLVENTE
-0.369	9.45	-1.503	9.45	ENVOLVENTE
-0.367	9.813	-1.186	9.813	ENVOLVENTE
-0.479	10.18	-1.366	10.18	ENVOLVENTE
-0.612	10.54	-1.582	10.54	ENVOLVENTE
-0.546	10.9	-1.498	10.9	ENVOLVENTE

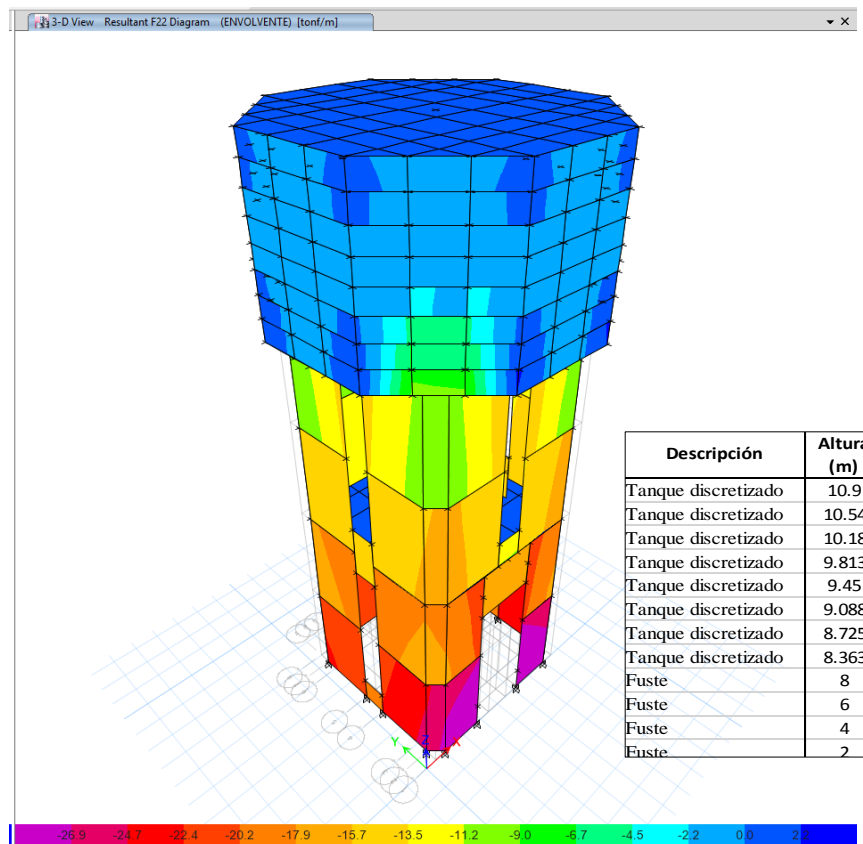
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Fuerza axial octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 45. Fuerza axial octogonal



Fuente: Software Etabs V.2016

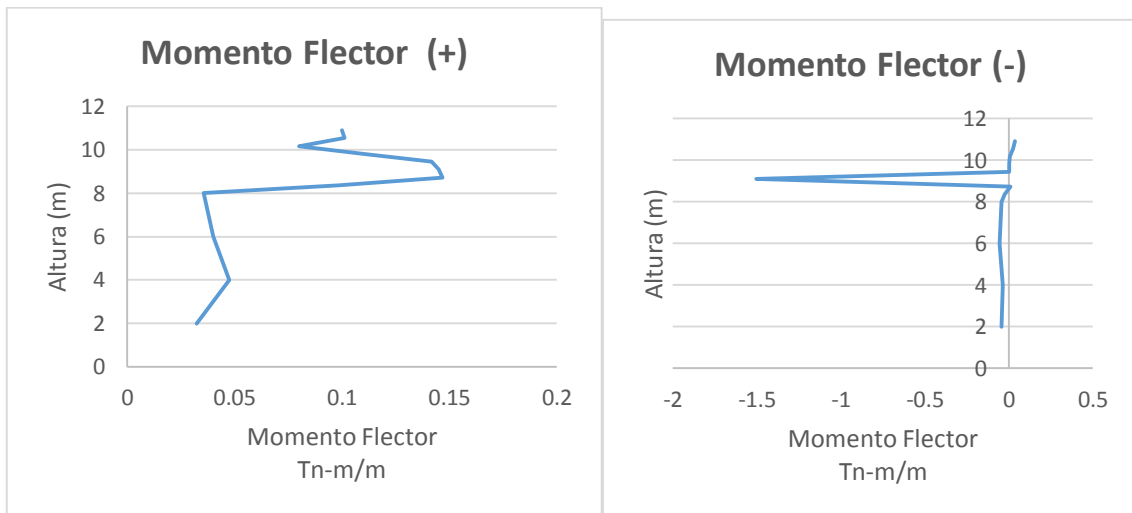
3.6.5.2 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030

Tabla 51. Momento flector E.030 octogonal

MOMENTO FLECTOR NTP E.030				
MOMENTO FLECTOR (TN.M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0322	2	-0.0434	2	ENVOLVENTE
0.0475	4	-0.0361	4	ENVOLVENTE
0.0399	6	-0.0534	6	ENVOLVENTE
0.0354	8	-0.0451	8	ENVOLVENTE
0.0984	8.363	-0.024	8.363	ENVOLVENTE
0.1466	8.725	0.0115	8.725	ENVOLVENTE
0.1448	9.088	-1.503	9.088	ENVOLVENTE
0.1418	9.45	0.0019	9.45	ENVOLVENTE
0.11	9.813	0.0004	9.813	ENVOLVENTE
0.0801	10.18	0.0075	10.18	ENVOLVENTE
0.1012	10.54	0.0243	10.54	ENVOLVENTE
0.1	10.9	0.038	10.9	ENVOLVENTE

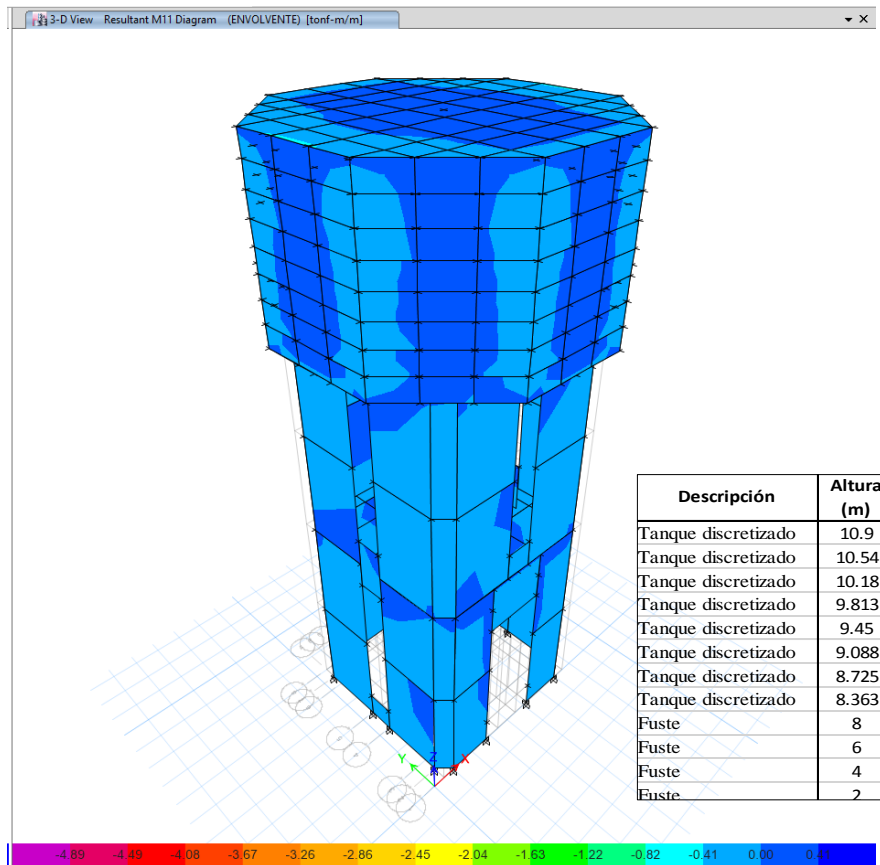
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Momento flector octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 46. Momento flector octogonal



Fuente: Software Etabs V.2016

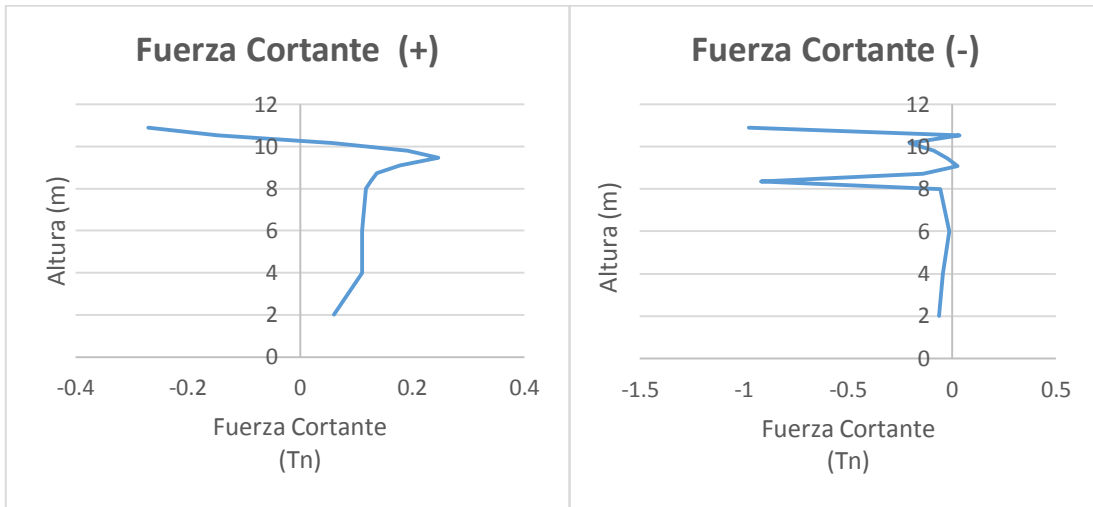
3.6.5.3 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.030

Tabla 53. Fuerza cortante E.030 octogonal

FUERZA CORTANTE NTP E.030				
FUERZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.06	2	-0.062	2	ENVOLVENTE
0.111	4	-0.042	4	ENVOLVENTE
0.111	6	-0.011	6	ENVOLVENTE
0.117	8	-0.057	8	ENVOLVENTE
0.126	8.363	-0.918	8.363	ENVOLVENTE
0.137	8.725	-0.139	8.725	ENVOLVENTE
0.178	9.088	0.027	9.088	ENVOLVENTE
0.246	9.45	-0.022	9.45	ENVOLVENTE
0.192	9.813	-0.086	9.813	ENVOLVENTE
0.058	10.18	-0.202	10.18	ENVOLVENTE
-0.146	10.54	0.038	10.54	ENVOLVENTE
-0.271	10.9	-0.975	10.9	ENVOLVENTE

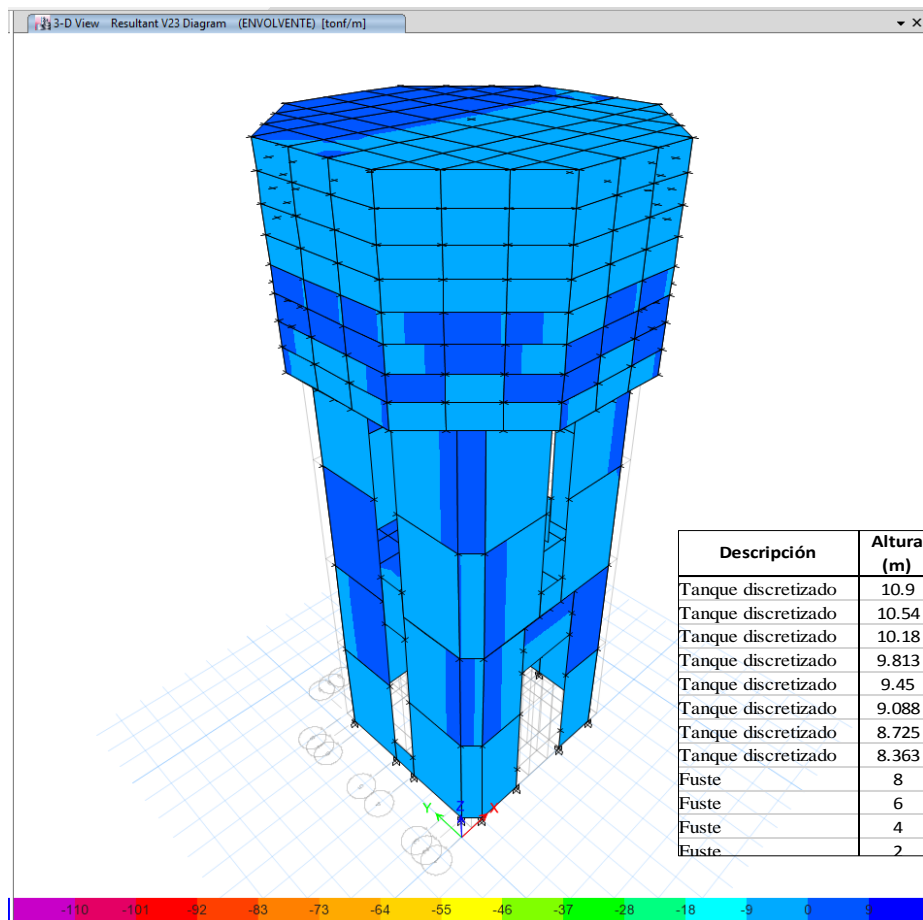
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54. Fuerza cortante octogonal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 47. Fuerza cortante octogonal



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6.6 TANQUE RECTANGULAR CON NTP. E.030

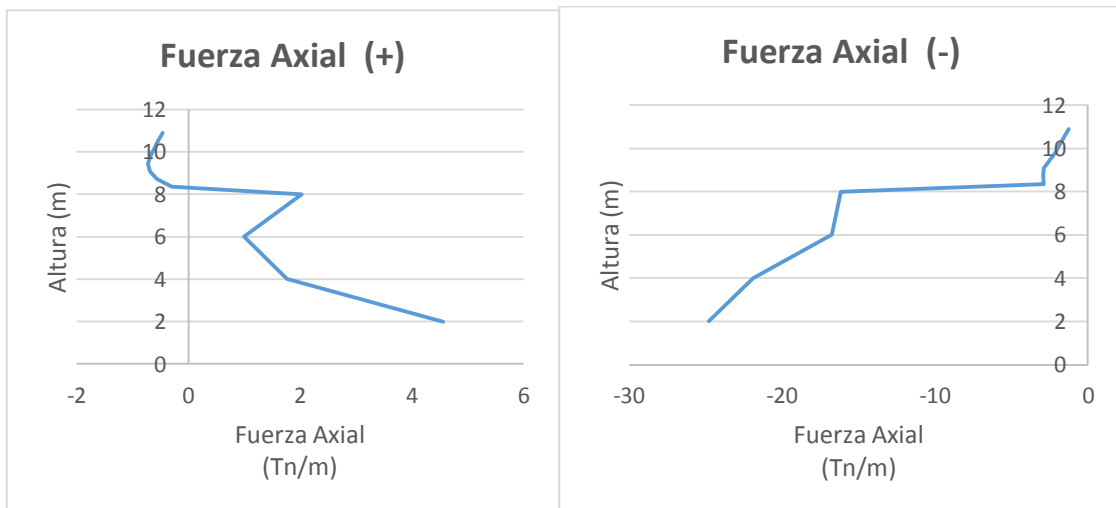
3.6.6.1 FUERZAS AXIALES EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030

Tabla 55. Fuerza Axial E.030 rectangular

FUERZA AXIAL NTP E.030				
FUERZA AXIAL (TN/M)				CASO DE CARGA
POSITIV	H(m)	NEGATI	H(m)	
4.561	2	-24.8	2	ENVOLVENTE
1.759	4	-21.9	4	ENVOLVENTE
0.993	6	-16.7	6	ENVOLVENTE
2.022	8	-16.1	8	ENVOLVENTE
-0.304	8.36	-2.89	8.3625	ENVOLVENTE
-0.567	8.73	-2.92	8.725	ENVOLVENTE
-0.694	9.09	-2.87	9.0875	ENVOLVENTE
-0.726	9.45	-2.49	9.45	ENVOLVENTE
-0.684	9.81	-2.15	9.8125	ENVOLVENTE
-0.615	10.2	-1.83	10.175	ENVOLVENTE
-0.536	10.5	-1.53	10.5375	ENVOLVENTE
-0.459	10.9	-1.24	10.9	ENVOLVENTE

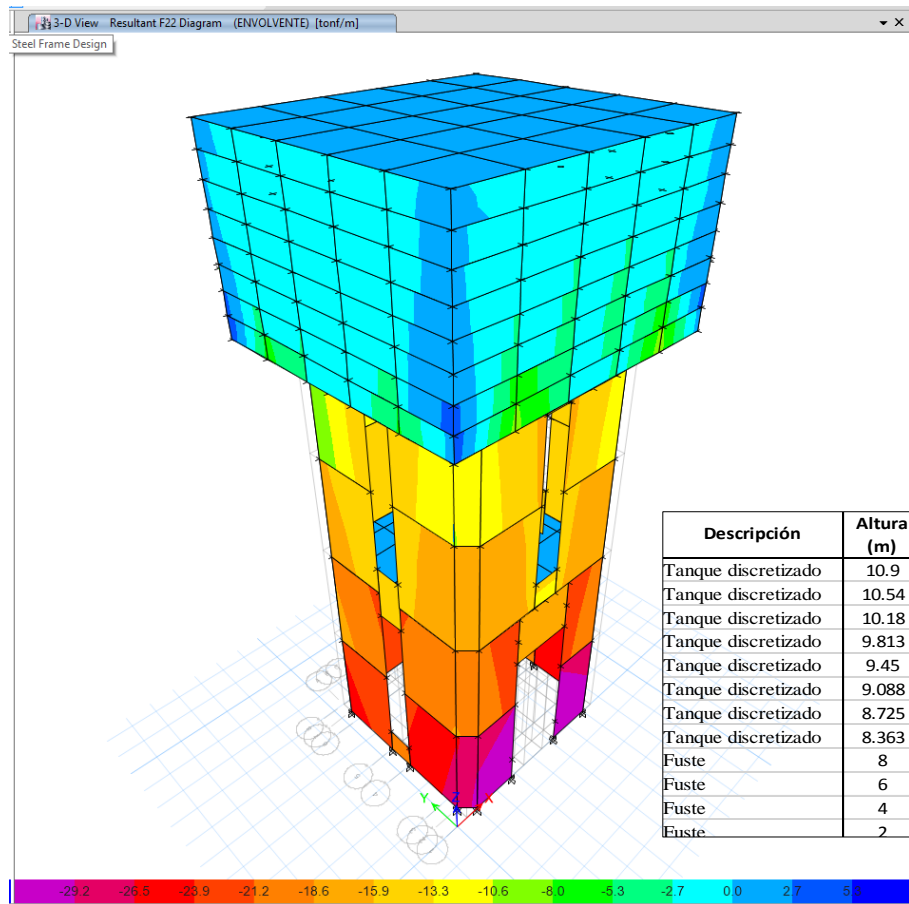
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Fuerza axial rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 48. Fuerza axial rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

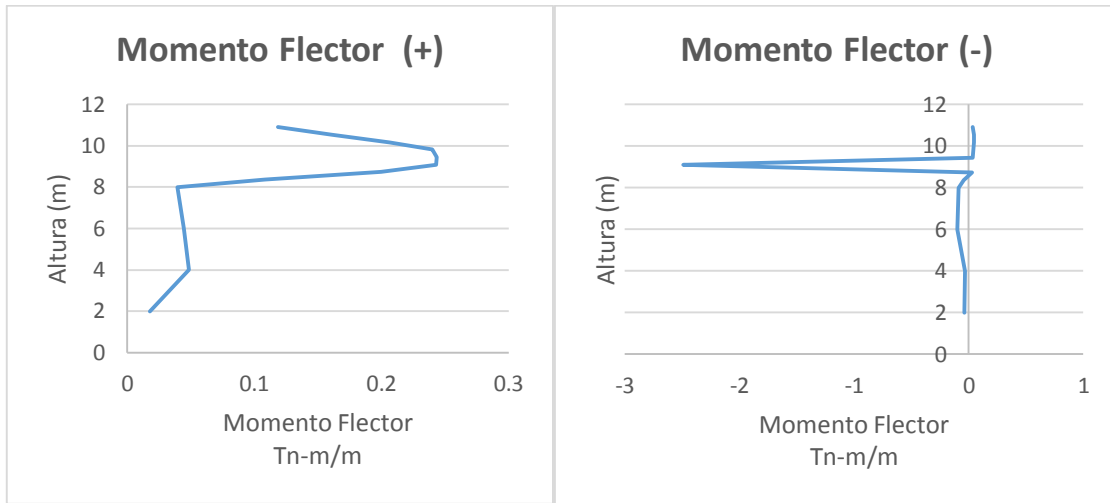
3.6.6.2 MOMENTO FLECTOR EN MUROS PARA MASA SEGÚN NTP E.030

Tabla 57. Momento Flector E.030 rectangular

MOMENTO FLECTOR NTP E.030				
MOMENTO FLECTOR (TN-M/M)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0178	2	-0.04	2	ENVOLVENTE
0.0487	4	-0.03	4	ENVOLVENTE
0.0447	6	-0.1	6	ENVOLVENTE
0.0396	8	-0.09	8	ENVOLVENTE
0.1084	8.36	-0.04	8.3625	ENVOLVENTE
0.1995	8.73	0.027	8.725	ENVOLVENTE
0.2428	9.09	-2.49	9.0875	ENVOLVENTE
0.2436	9.45	0.033	9.45	ENVOLVENTE
0.2401	9.81	0.039	9.8125	ENVOLVENTE
0.2063	10.2	0.044	10.175	ENVOLVENTE
0.1608	10.5	0.046	10.5375	ENVOLVENTE
0.1185	10.9	0.038	10.9	ENVOLVENTE

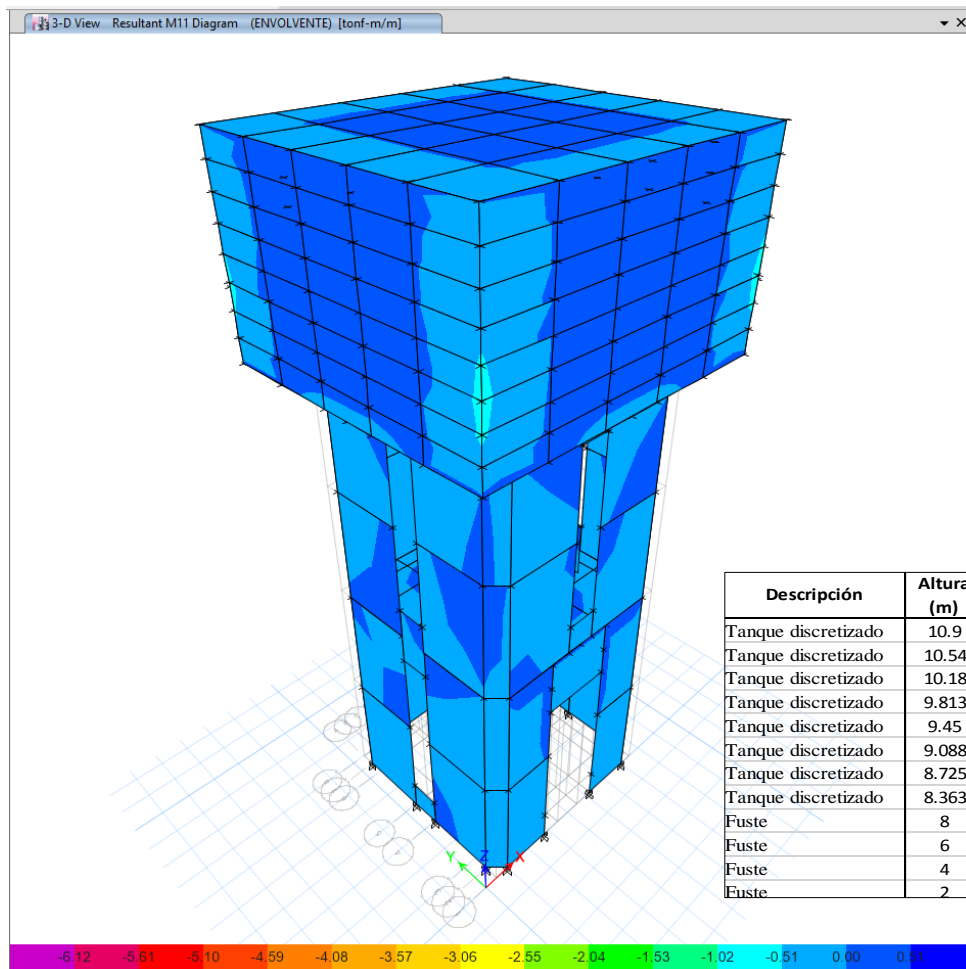
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Momento flector rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 49. Momento flector rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

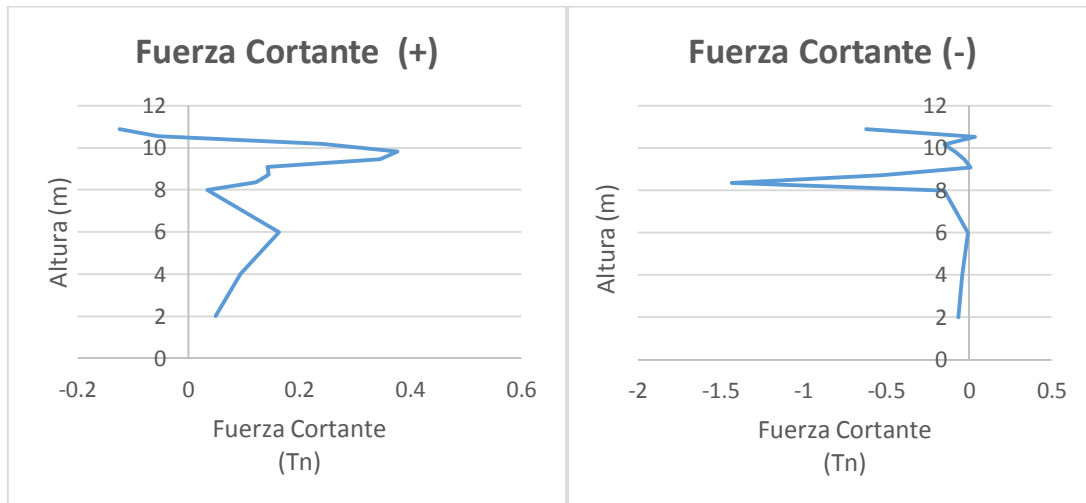
3.6.6.3 FUERZA CORTANTE EN MUROS PARA MASA SEGÚN LA NTP E.0.30

Tabla 59. Fuerza cortante E.030 rectangular

FUERZA CORTANTE NTP E.030				
FUEZA CORTANTE (TN)				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.049	2	-0.06	2	ENVOLVENTE
0.094	4	-0.04	4	ENVOLVENTE
0.163	6	-0.01	6	ENVOLVENTE
0.034	8	-0.15	8	ENVOLVENTE
0.121	8.36	-1.43	8.3625	ENVOLVENTE
0.145	8.73	-0.53	8.725	ENVOLVENTE
0.142	9.09	0.009	9.0875	ENVOLVENTE
0.345	9.45	-0.02	9.45	ENVOLVENTE
0.376	9.81	-0.08	9.8125	ENVOLVENTE
0.24	10.2	-0.15	10.175	ENVOLVENTE
-0.055	10.5	0.038	10.5375	ENVOLVENTE
-0.124	10.9	-0.62	10.9	ENVOLVENTE

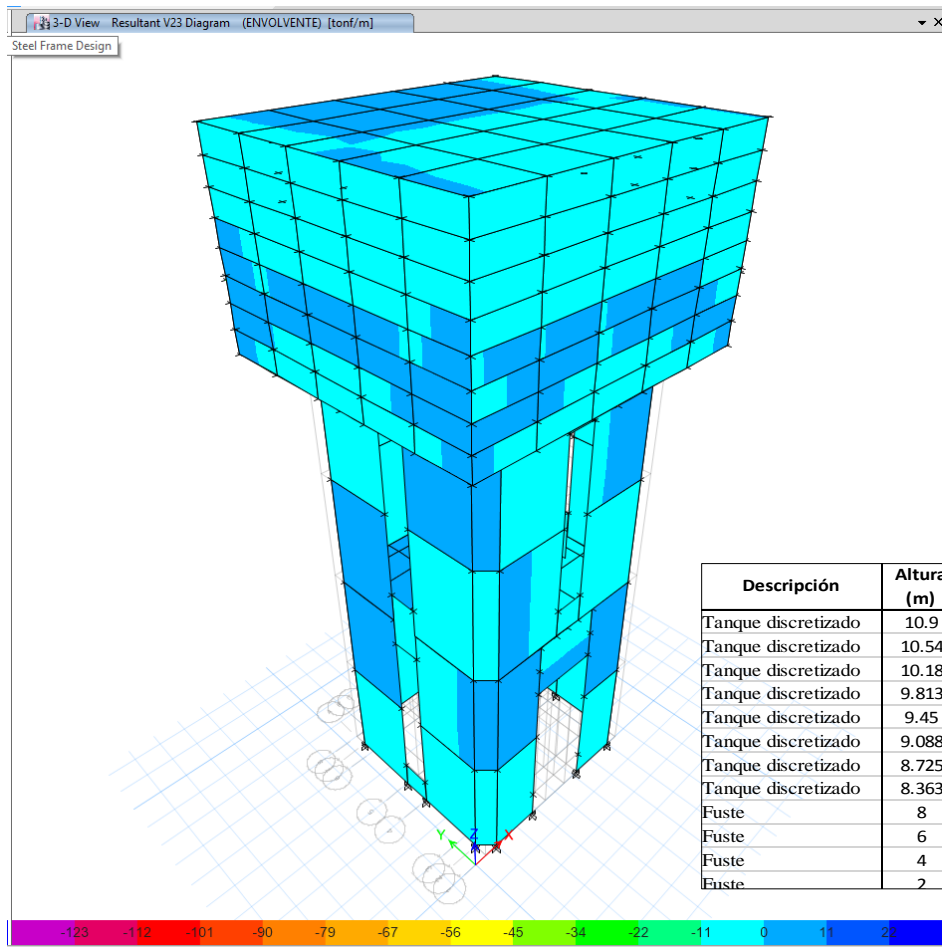
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Fuerza cortante rectangular



Fuente: Elaboración Propia

Figura 50. Fuerza cortante rectangular



Fuente: Software Etabs V.2016

3.6.7 DERIVAS ENTRE PISO

3.6.7.1 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL ACI CONVECTIVA

Tabla 61. Derivas Tanque Octogonal Aci Convectiva

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	X	5.30E-05	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	Y	5.30E-05	192	4.415	2.1	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	X	0.000595	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000614	253	2.3333	4.215	10.9157
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	5.20E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	5.40E-05	32	0.25	1.5	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.000859	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000883	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	4.30E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	4.60E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001028	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001146	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	3.40E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	3.60E-05	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000789	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000791	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	2.50E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.10E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000673	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000563	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7.2 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL ACI IMPULSIVA

Tabla 62. Derivas Tanque Octogonal Aci impulsiva

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000693	14	3	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000714	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.000176	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000192	15	1	4.215	8.675
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001028	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000169	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000172	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001147	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001273	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000139	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000147	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000893	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000901	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000109	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000116	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00063	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	6.90E-05	3	3.75	0.25	2

Fuente: Elaboración Propia



3.6.7.3 CUADRO DE DERIVAS TANQUE OCTOGONAL E.030

Tabla 63. Derivas Tanque Octogonal E.030

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000293	14	3	4.215	9.2429
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000305	48	1	-0.715	9.2429
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000346	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000354	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000336	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000366	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000268	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.000277	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000214	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000181	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7.4 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR ACI CONVECTIVA

Tabla 64. Derivas Tanque rectangular ACI convectiva

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00079	30	-0.45	4	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	8.50E-05	29	-0.45	-0.5	9.03
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001093	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001131	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	6.50E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	7.70E-05	76	2.25	0	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001232	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001358	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	5.40E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	6.20E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000966	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000979	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	4.20E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	4.90E-05	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000808	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000678	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	3.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.90E-05	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7.5 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR ACI IMPULSIVA

Tabla 65. Derivas Tanque rectangular ACI impulsiva

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.00026	27	4.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000254	30	-0.45	4	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000736	29	-0.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000776	30	-0.45	4	8.675
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000199	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000217	76	2.25	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001058	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001103	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000161	1	3.5	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.00017	56	3.75	3.25	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001206	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001317	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000129	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000138	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000958	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000975	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	9.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	7.90E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000802	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000661	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7.6 CUADRO DE DERIVAS TANQUE RECTANGULAR E.030*Tabla 66. Derivas Tanque rectangular E.030*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000354	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000356	30	-0.45	4	9.03
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000375	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000387	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000359	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000381	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000289	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.0003	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000229	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000195	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

4.0 RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 COMPARACIÓN FUERZAS AXIALES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 67. Comparación de fuerzas axiales en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL FUERZA AXIAL CONVECTIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
59.931	2	-72.96	2	ENVOLVENTE
42.744	4	-55.55	4	ENVOLVENTE
20.973	6	-29.76	6	ENVOLVENTE
11.412	8	-17.13	8	ENVOLVENTE
1.811	8.363	-4.329	8.363	ENVOLVENTE
1.178	8.725	-3.363	8.725	ENVOLVENTE
0.746	9.088	-2.556	9.088	ENVOLVENTE
0.605	9.45	-2.076	9.45	ENVOLVENTE
0.524	9.813	-1.646	9.813	ENVOLVENTE
0.336	10.18	-1.438	10.18	ENVOLVENTE
0.011	10.54	-1.232	10.54	ENVOLVENTE
-0.352	10.9	-1.005	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR FUERZA AXIAL CONVECTIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
82.911	2	-99.8	2	ENVOLVENTE
60.146	4	-77.47	4	ENVOLVENTE
39.561	6	-53.71	6	ENVOLVENTE
38.993	8	-51.66	8	ENVOLVENTE
3.408	8.363	-6.601	8.3625	ENVOLVENTE
2.848	8.725	-6.206	8.725	ENVOLVENTE
2.476	9.088	-5.687	9.0875	ENVOLVENTE
1.845	9.45	-4.708	9.45	ENVOLVENTE
1.27	9.813	-3.801	9.8125	ENVOLVENTE
0.736	10.18	-2.902	10.175	ENVOLVENTE
0.237	10.54	-2.052	10.5375	ENVOLVENTE
-0.221	10.9	-1.244	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68. Comparación de fuerzas axiales en masas impulsiva de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL FUERZA AXIAL IMPULSIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
20.857	2	-37.741	2	ENVOLVENTE
13.981	4	-30.579	4	ENVOLVENTE
6.324	6	-19.17	6	ENVOLVENTE
2.916	8	-15.026	8	ENVOLVENTE
0.371	8.363	-2.993	8.36	ENVOLVENTE
0.59	8.725	-2.191	8.73	ENVOLVENTE
0.4	9.088	-1.617	9.09	ENVOLVENTE
0.046	9.45	-1.431	9.45	ENVOLVENTE
-0.244	9.813	-1.43	9.81	ENVOLVENTE
-0.467	10.18	-1.53	10.2	ENVOLVENTE
-0.388	10.54	-1.681	10.5	ENVOLVENTE
-0.44	10.9	-1.533	10.9	ENVOLVENTE

RECTANGULAR FUERZA AXIAL IMPULSIVA ACI 350.3				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVA	H(m)	NEGATIVA	H(m)	
23.491	2	-43.707	2	ENVOLVENTE
15.628	4	-35.998	4	ENVOLVENTE
10.211	6	-26.872	6	ENVOLVENTE
10.129	8	-25.201	8	ENVOLVENTE
0.616	8.36	-5.12	8.363	ENVOLVENTE
0.356	8.73	-4.042	8.725	ENVOLVENTE
0.276	9.09	-3.303	9.088	ENVOLVENTE
0.239	9.45	-2.706	9.45	ENVOLVENTE
0.206	9.81	-2.094	9.813	ENVOLVENTE
0.286	10.2	-1.671	10.18	ENVOLVENTE
0.164	10.5	-1.416	10.54	ENVOLVENTE
-0.168	10.9	-1.195	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 COMPARACIÓN MOMENTOS FLECTORES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 69. Comparación de momentos flectores en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL MOMENTO FLECTOR CONVECTIVO ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.2744	2	-0.293	2	ENVOLVENTE
0.3027	4	-0.287	4	ENVOLVENTE
0.2636	6	-0.255	6	ENVOLVENTE
0.27	8	-0.263	8	ENVOLVENTE
0.158	8.363	-0.061	8.363	ENVOLVENTE
0.2133	8.725	-0.058	8.725	ENVOLVENTE
0.2218	9.088	-2.076	9.088	ENVOLVENTE
0.2213	9.45	-0.107	9.45	ENVOLVENTE
0.2129	9.813	-0.114	9.813	ENVOLVENTE
0.161	10.18	-0.099	10.18	ENVOLVENTE
0.1134	10.54	-0.058	10.54	ENVOLVENTE
0.0835	10.9	-0.016	10.9	ENVOLVENTE

RECTANGULAR MOMENTO FLECTOR CONVECTIVO ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.1917	2	-0.207	2	ENVOLVENTE
0.3048	4	-0.29	4	ENVOLVENTE
0.2153	6	-0.309	6	ENVOLVENTE
0.1878	8	-0.224	8	ENVOLVENTE
0.1926	8.363	-0.081	8.3625	ENVOLVENTE
0.3377	8.725	-0.126	8.725	ENVOLVENTE
0.4305	9.088	-4.708	9.0875	ENVOLVENTE
0.423	9.45	-0.168	9.45	ENVOLVENTE
0.3953	9.813	-0.139	9.8125	ENVOLVENTE
0.3231	10.18	-0.097	10.175	ENVOLVENTE
0.2307	10.54	-0.048	10.5375	ENVOLVENTE
0.1381	10.9	0.0024	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Comparación de momentos flectores en masas impulsivas de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL MOMENTO FLECTOR IMPULSIVA ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0847	2	-0.0945	2	ENVOLVENTE
0.0967	4	-0.0904	4	ENVOLVENTE
0.0799	6	-0.077	6	ENVOLVENTE
0.0819	8	-0.0829	8	ENVOLVENTE
0.0531	8.363	-0.012	8.36	ENVOLVENTE
0.0419	8.725	-0.0539	8.73	ENVOLVENTE
0.0357	9.088	-1.431	9.09	ENVOLVENTE
0.0409	9.45	-0.0333	9.45	ENVOLVENTE
0.0403	9.813	-0.0164	9.81	ENVOLVENTE
0.0742	10.18	-0.0105	10.2	ENVOLVENTE
0.0992	10.54	-0.0106	10.5	ENVOLVENTE
0.0981	10.9	-0.0021	10.9	ENVOLVENTE

RECTANGULAR MOMENTO FLECTOR IMPULSIVA ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0549	2	-0.0675	2	ENVOLVENTE
0.1091	4	-0.0963	4	ENVOLVENTE
0.0604	6	-0.1393	6	ENVOLVENTE
0.0627	8	-0.126	8	ENVOLVENTE
0.2549	8.36	-0.0039	8.363	ENVOLVENTE
0.0942	8.73	-0.0707	8.725	ENVOLVENTE
-0.0066	9.09	-2.706	9.088	ENVOLVENTE
0.0156	9.45	-0.0284	9.45	ENVOLVENTE
0.0396	9.81	-0.0124	9.813	ENVOLVENTE
0.0652	10.2	0.0014	10.18	ENVOLVENTE
0.084	10.5	0.015	10.54	ENVOLVENTE
0.1283	10.9	-0.0228	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 COMPARACIÓN FUERZA CORTANTE EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA ACI 350.3

Tabla 71. Comparación de fuerza cortante en masas convectivas de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL FUERZA CORTANTE CONVECTIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.454	2	-0.459	2	ENVOLVENTE
0.406	4	-0.316	4	ENVOLVENTE
0.372	6	-0.265	6	ENVOLVENTE
0.3	8	-0.327	8	ENVOLVENTE
0.334	8.363	-1.092	8.363	ENVOLVENTE
0.358	8.725	-0.342	8.725	ENVOLVENTE
0.242	9.088	-0.031	9.088	ENVOLVENTE
0.424	9.45	-0.192	9.45	ENVOLVENTE
0.296	9.813	-0.14	9.813	ENVOLVENTE
0.395	10.18	-0.41	10.18	ENVOLVENTE
-0.011	10.54	-0.016	10.54	ENVOLVENTE
-0.204	10.9	-0.822	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR MOMENTO FLECTOR CONVECTIVO ACI 350.3				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.1917	2	-0.207	2	ENVOLVENTE
0.3048	4	-0.29	4	ENVOLVENTE
0.2153	6	-0.309	6	ENVOLVENTE
0.1878	8	-0.224	8	ENVOLVENTE
0.1926	8.363	-0.081	8.3625	ENVOLVENTE
0.3377	8.725	-0.126	8.725	ENVOLVENTE
0.4305	9.088	-4.708	9.0875	ENVOLVENTE
0.423	9.45	-0.168	9.45	ENVOLVENTE
0.3953	9.813	-0.139	9.8125	ENVOLVENTE
0.3231	10.18	-0.097	10.175	ENVOLVENTE
0.2307	10.54	-0.048	10.5375	ENVOLVENTE
0.1381	10.9	0.0024	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Comparación de fuerza cortante en masas impulsivas de tanque octogonal frente a uno rectangular

OCTOGONAL FUERZA CORTANTE IMPULSIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.158	2	-0.163	2	ENVOLVENTE
0.173	4	-0.079	4	ENVOLVENTE
0.163	6	-0.058	6	ENVOLVENTE
0.191	8	-0.122	8	ENVOLVENTE
0.422	8.363	0.03	8.36	ENVOLVENTE
0.918	8.725	0.176	8.73	ENVOLVENTE
0.034	9.088	-0.532	9.09	ENVOLVENTE
0.035	9.45	-0.164	9.45	ENVOLVENTE
0.161	9.813	-0.126	9.81	ENVOLVENTE
0.146	10.18	-0.198	10.2	ENVOLVENTE
-0.09	10.54	-0.0021	10.5	ENVOLVENTE
-0.262	10.9	-0.993	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR FUERZA CORTANTE IMPULSIVA ACI 350.3				
FUEZA CORTANTE				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.124	2	-0.131	2	ENVOLVENTE
0.14	4	-0.064	4	ENVOLVENTE
0.22	6	-0.06	6	ENVOLVENTE
0.159	8	-0.235	8	ENVOLVENTE
2.279	8.36	0.197	8.363	ENVOLVENTE
2.098	8.73	0.211	8.725	ENVOLVENTE
-0.067	9.09	-0.263	9.088	ENVOLVENTE
-0.07	9.45	-0.279	9.45	ENVOLVENTE
-0.076	9.81	-0.285	9.813	ENVOLVENTE
-0.098	10.2	-0.307	10.18	ENVOLVENTE
-0.124	10.5	-0.0228	10.54	ENVOLVENTE
-0.152	10.9	-0.476	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 COMPARACIÓN FUERZA AXIAL EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030

Tabla 73. Comparación de fuerza axial de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030

OCTOGONAL FUERZA AXIAL NTP E.030				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
3.923	2	-22.768	2	ENVOLVENTE
1.41	4	-19.828	4	ENVOLVENTE
0.651	6	-14.541	6	ENVOLVENTE
2.028	8	-14.362	8	ENVOLVENTE
-0.478	8.363	-2.502	8.363	ENVOLVENTE
-0.493	8.725	-2.061	8.725	ENVOLVENTE
-0.428	9.088	-1.787	9.088	ENVOLVENTE
-0.369	9.45	-1.503	9.45	ENVOLVENTE
-0.367	9.813	-1.186	9.813	ENVOLVENTE
-0.479	10.18	-1.366	10.18	ENVOLVENTE
-0.612	10.54	-1.582	10.54	ENVOLVENTE
-0.546	10.9	-1.498	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR FUERZA AXIAL NTP E.030				
FUERZA AXIAL				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
4.561	2	-24.8	2	ENVOLVENTE
1.759	4	-21.9	4	ENVOLVENTE
0.993	6	-16.7	6	ENVOLVENTE
2.022	8	-16.1	8	ENVOLVENTE
-0.304	8.36	-2.89	8.3625	ENVOLVENTE
-0.567	8.73	-2.92	8.725	ENVOLVENTE
-0.694	9.09	-2.87	9.0875	ENVOLVENTE
-0.726	9.45	-2.49	9.45	ENVOLVENTE
-0.684	9.81	-2.15	9.8125	ENVOLVENTE
-0.615	10.2	-1.83	10.175	ENVOLVENTE
-0.536	10.5	-1.53	10.5375	ENVOLVENTE
-0.459	10.9	-1.24	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 COMPARACIÓN MOMENTOS FLECTORES EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030

Tabla 74. Comparación de momentos flectores de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030

OCTOGONAL MOMENTO FLECTOR NTP E.030				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0322	2	-0.0434	2	ENVOLVENTE
0.0475	4	-0.0361	4	ENVOLVENTE
0.0399	6	-0.0534	6	ENVOLVENTE
0.0354	8	-0.0451	8	ENVOLVENTE
0.0984	8.363	-0.024	8.363	ENVOLVENTE
0.1466	8.725	0.0115	8.725	ENVOLVENTE
0.1448	9.088	-1.503	9.088	ENVOLVENTE
0.1418	9.45	0.0019	9.45	ENVOLVENTE
0.11	9.813	0.0004	9.813	ENVOLVENTE
0.0801	10.18	0.0075	10.18	ENVOLVENTE
0.1012	10.54	0.0243	10.54	ENVOLVENTE
0.1	10.9	0.038	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR MOMENTO FLECTOR NTP E.030				
MOMENTO FLECTOR				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.0178	2	-0.04	2	ENVOLVENTE
0.0487	4	-0.03	4	ENVOLVENTE
0.0447	6	-0.1	6	ENVOLVENTE
0.0396	8	-0.09	8	ENVOLVENTE
0.1084	8.36	-0.04	8.3625	ENVOLVENTE
0.1995	8.73	0.027	8.725	ENVOLVENTE
0.2428	9.09	-2.49	9.0875	ENVOLVENTE
0.2436	9.45	0.033	9.45	ENVOLVENTE
0.2401	9.81	0.039	9.8125	ENVOLVENTE
0.2063	10.2	0.044	10.175	ENVOLVENTE
0.1608	10.5	0.046	10.5375	ENVOLVENTE
0.1185	10.9	0.038	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6 FUERZA CORTANTE EN LOS EJES X LOCALES PARA LA MASA CONVECTIVA Y MASA IMPULSIVA SEGÚN LA NORMA E,030

Tabla 75. Comparación de fuerzas cortantes de tanque octogonal frente a uno rectangular según la E.030

OCTOGONAL FUERZA CORTANTE NTP E.030				
FUEZA CORTANTE				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.06	2	-0.062	2	ENVOLVENTE
0.111	4	-0.042	4	ENVOLVENTE
0.111	6	-0.011	6	ENVOLVENTE
0.117	8	-0.057	8	ENVOLVENTE
0.126	8.363	-0.918	8.363	ENVOLVENTE
0.137	8.725	-0.139	8.725	ENVOLVENTE
0.178	9.088	0.027	9.088	ENVOLVENTE
0.246	9.45	-0.022	9.45	ENVOLVENTE
0.192	9.813	-0.086	9.813	ENVOLVENTE
0.058	10.18	-0.202	10.18	ENVOLVENTE
-0.146	10.54	0.038	10.54	ENVOLVENTE
-0.271	10.9	-0.975	10.9	ENVOLVENTE
RECTANGULAR FUERZA CORTANTE NTP E.030				
FUEZA CORTANTE				CASO DE CARGA
POSITIVO	H(m)	NEGATIVO	H(m)	
0.049	2	-0.06	2	ENVOLVENTE
0.094	4	-0.04	4	ENVOLVENTE
0.163	6	-0.01	6	ENVOLVENTE
0.034	8	-0.15	8	ENVOLVENTE
0.121	8.36	-1.43	8.3625	ENVOLVENTE
0.145	8.73	-0.53	8.725	ENVOLVENTE
0.142	9.09	0.009	9.0875	ENVOLVENTE
0.345	9.45	-0.02	9.45	ENVOLVENTE
0.376	9.81	-0.08	9.8125	ENVOLVENTE
0.24	10.2	-0.15	10.175	ENVOLVENTE
-0.055	10.5	0.038	10.5375	ENVOLVENTE
-0.124	10.9	-0.62	10.9	ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración Propia

**4.1.7 DERIVAS ENTRE PISO ACI 350.3 CONVECTIVA – IMPULSIVA
OCTOGONAL**

Tabla 76. Comparación de derivas entre piso ACI 350.3 convectiva- impulsiva de un tanque octogonal

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	CONVECTIVA						
					m	m	m
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	X	5.30E-05	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA TANQUE Max	Y	5.30E-05	192	4.415	2.1	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	X	0.000595	146	2.3333	-0.715	10.9157
PISO 7	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000614	253	2.3333	4.215	10.9157
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	5.20E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	5.40E-05	32	0.25	1.5	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.000859	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000883	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	4.30E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	4.60E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001028	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001146	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	3.40E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	3.60E-05	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000789	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000791	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	2.50E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.10E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000673	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000563	53	0.25	3.25	2
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	IMPULSIVA						
					m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000693	14	3	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000714	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.000176	15	1	4.215	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000192	15	1	4.215	8.675
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001028	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000169	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000172	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001147	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001273	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000139	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000147	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000893	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000901	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000109	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000116	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00063	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	6.90E-05	3	3.75	0.25	2

Fuente: Elaboración Propia

**4.1.8 DERIVAS ENTRE PISO ACI 350.3 CONVECTIVA – IMPULSIVA
RECTANGULAR**

Tabla 77. Comparación de derivas entre piso ACI 350.3 convectiva- impulsiva de un tanque rectangular

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	CONVECTIVA				m	m	m
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000753	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.00079	30	-0.45	4	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	8.00E-05	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	8.50E-05	29	-0.45	-0.5	9.03
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001093	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001131	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	6.50E-05	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	7.70E-05	76	2.25	0	8
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001232	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001358	75	1.75	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	5.40E-05	3	3.75	0.25	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	6.20E-05	55	3.5	3.5	6
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000966	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000979	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	4.20E-05	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	4.90E-05	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000808	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000678	53	0.25	3.25	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	3.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	2.90E-05	53	0.25	3.25	2
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	IMPULSIVA				m	m	m
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	X	0.00026	27	4.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000254	30	-0.45	4	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	X	0.000736	29	-0.45	-0.5	8.675
PISO 5	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000776	30	-0.45	4	8.675
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	X	0.000199	34	0.25	2	8
PISO 4	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000217	76	2.25	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	X	0.001058	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001103	34	0.25	2	8
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	X	0.000161	1	3.5	0	6
PISO 3	DERIVA TANQUE Max	Y	0.00017	56	3.75	3.25	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	X	0.001206	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA FUSTE Max	Y	0.001317	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	X	0.000129	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA TANQUE Max	Y	0.000138	19	1.4	0	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	X	0.000958	32	0.25	1.5	4
PISO 2	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000975	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	X	9.10E-05	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA TANQUE Max	Y	7.90E-05	3	3.75	0.25	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	X	0.000802	19	1.4	0	2
PISO 1	DERIVA FUSTE Max	Y	0.000661	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

4.1.9 DERIVAS ENTRE PISO E.030 OCTOGONAL - RECTANGULAR

Tabla 78. Comparación de derivas entre piso E.030 de un tanque octogonal y rectangular

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	OCTOGONAL				m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000354	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000356	30	-0.45	4	9.03
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000375	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000387	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000359	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000381	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000289	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.0003	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000229	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000195	53	0.25	3.25	2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
	RECTANGULAR				m	m	m
PISO 5	DERIVA Max	X	0.000354	27	4.45	-0.5	9.03
PISO 5	DERIVA Max	Y	0.000356	30	-0.45	4	9.03
PISO 4	DERIVA Max	X	0.000375	75	1.75	0	8
PISO 4	DERIVA Max	Y	0.000387	32	0.25	1.5	8
PISO 3	DERIVA Max	X	0.000359	7	3.75	1.5	6
PISO 3	DERIVA Max	Y	0.000381	75	1.75	0	6
PISO 2	DERIVA Max	X	0.000289	7	3.75	1.5	4
PISO 2	DERIVA Max	Y	0.0003	19	1.4	0	4
PISO 1	DERIVA Max	X	0.000229	5	0.5	0	2
PISO 1	DERIVA Max	Y	0.000195	53	0.25	3.25	2

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

5.0 DISCUSIÓN

La evaluación de un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural frente a un tanque elevado de configuración rectangular.

La respuesta estructural de los análisis de los tanques elevados, responderán de manera distinta debido a la diferencia de la configuración estructural octogonal frente a una rectangular; por otra parte los parámetros utilizados en las Normas NTP E.030 y ACI 350-3 influenciarán en los análisis realizados.

Para poder realizar la discusión de la tesis se plantearon las siguientes preguntas:

El método de análisis modal espectral; ¿Cuáles fueron las consideraciones a tomar en cuenta para optar por el modelo?

Se empleará el Análisis por combinación modal – espectral (NTP E.030 Y ACI-350); ya es un método aplicable para estructuras de gran altura y de manera eficiente ya que se trabajará con periodos de vibración de la estructura utilizando un espectro de diseño y no como trabaja el Análisis Tiempo – Historia que requiere registros sísmicos información a lo largo del tiempo.

Los parámetros de las Normas NTP. E030 Y ACI 350.3; sirven para definir la acción del sismo.

En las Normas NTP E. 030 y ACI 350.3 los parámetros utilizados para definir el cálculo del espectro de aceleraciones son: el factor de Zonificación (Z), el factor del suelo (S), el factor de importancia (U), el coeficiente de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción (R).

En la ACI 350.3 se define la acción del sismo utilizando los parámetros de factor de zona sísmica (Z), el factor de importancia (I), el coeficiente de perfil de suelo (S), el factor de amplificación de respuesta (C) y el factor de modificación de respuesta (Rw).

El método de Análisis Estructural; utilizara el software de apoyo.

El software que utilizamos para el análisis estructural, ETABS 2016 V.16.02, se basa en la teoría de los elementos finitos y se considera correcta la utilización del método debido a que este método trata de dividir la estructura en una serie de elementos.

Los cuales se interconectan en nudos, para la solución a estas ecuaciones se analiza las estructuras tridimensionales.

Los criterios de combinación modal; la combinación apropiada a tomar en cuenta para la realización del análisis sísmico dinámico.

La combinación modal más adecuada para realizar el análisis sísmico sería la Combinación Cuadrática Completa (CQC), ya que esta considera una amortiguación modal, dicha amortiguación no es considerada en el método SRSS (Square Root of the Sum of the Squares).

Los tipos de tanques; describen que tipo de características se utilizaran para realizar el análisis.

El reservorio que se está ejecutando en la actualidad es un tanque elevado con configuración octogonal.

El análisis se realizó para tanques elevados de configuración octogonal y rectangular, el tipo de material es de concreto armado.

Las fuerzas dinámicas laterales; se aplicaran para realizar el cálculo de la cortante basal.

Las fuerzas utilizadas a la investigación están relacionadas a la masa del muro, la masa de la cubierta, masas convectivas y masas impulsivas para realizar el análisis sísmico dinámico.

Los parámetros de la Norma ACI 350.3; cuenta con mayores características de selección.

La Norma ACI 350.3 clasifica de manera independiente y específica a las estructuras contendoras de líquidos.

La cual permite realizar un análisis específico mientras que la NTP. E.030 es genérica y no especifica el tipo de estructura contenedora de líquidos.

La magnitud de los factores de amplificación de espectro; dependerán de la magnitud que toman los periodos de vibración y el coeficiente de suelo.

Los factores de amplificación de espectro impulsivo y convectivo influyen en los periodos de vibración, factor de amplificación impulsivo del coeficiente de suelo; para la construcción de los espectros de diseño.

El factor de amplificación de espectro para la Norma Peruana influye en el periodo de la estructura, en función del mismo factor con desplazamiento constante.

El coeficiente de reducción R; será el valor que incide considerablemente en el cálculo de espectro para ambas normas.

Teniendo que el valor para la norma peruana es de seis y para la americana de tres y uno. Obteniendo así valores mayores en el cálculo del espectro de diseño para los de la norma americana ACI 350.3. Si bien es cierto que las estructuras se diseñan en el rango no lineal de los materiales, al ser los reservorios estructuras de mayor trascendencia, la Norma ACI obliga al cálculo de las áreas de refuerzo mayores, que atienden mayores valores de parámetros de respuesta estructural.

GLOSARIO

A

AMORTIGUACIÓN.-Significa recibir, absorber y mitigar una fuerza tal, ya sea porque se ha dispersado o porque la energía se ha transformado de forma que la fuerza inicial se haya minorizado. Entre mejor sea la amortiguación de la fuerza inicial, menor será la fuerza recibida sobre el punto final.

ANÁLISIS SÍSMICO.- El análisis sísmico de la edificación tiene como objetivo encontrar las fuerzas y momentos internos debidos a la carga sísmica, en cada uno de los elementos de sistema estructural para luego proceder al diseño.

B

BRAZO RÍGIDO. - Representa el porcentaje de la longitud de un elemento que se considera infinitamente rígida dentro del nodo o en una longitud especificada

C

CARGA AXIAL.- Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

CENTRO DE MASAS.- Es el punto geométrico que dinámicamente se comporta como si en el estuviera aplicada la resultante de las fuerzas externas al sistema.

De maneras análoga, se puede decir que el sistema formado por toda la masa concentrada en el centro de masas es un sistema equivalente al original, Normalmente se abrevia como c.m.

COLUMNA.- Elemento vertical usado en la construcción desde el nivel ± 0.000 o su correspondiente nivel, y es constituido a base de concreto armado previamente encofrado o precast (Prefabricado) y termina en su parte superior donde comienza la losa o se integra la trabe o cantiléver.



COMPRESIÓN.- Es el resultado de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizado porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento en determinada dirección.

D

DEFORMACIÓN.- Es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

DESEMPEÑO SÍSMICO.- El desempeño de una estructura es un proceso que comienza con el planteamiento inicial del proyecto y termina cuando la estructura deja de existir, para alcanzar los objetivos de desempeño se deberá seguir un proceso empezando de la selección del sitio de la edificación, un diseño exitoso, el control del proceso constructivo y finalmente el mantenimiento de la estructura

DESPLAZAMIENTO.-En ingeniería el desplazamiento es la longitud medida desde el punto inicial del nudo de cualquier estructura.

DIAFRAGMA RÍGIDO.- Elemento vertical que tiene rigidez y la resistencia suficiente para lograr que la distribución de las fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes.

DUCTILIDAD.- La ductilidad refleja la capacidad de absorción y disipación de energía que una estructura puede ofrecer antes de colapsar

E

ENERGÍA.-La energía es la capacidad de producir algún tipo de trabajo o poner algo en movimiento.

ENVOLVENTE.-En el software Sap 2000, viene a ser un tipo de combinación mediante la cual nos mostrara todos los valores máximos obtenidos con todos los casos de carga y combinaciones que se hayan introducido, estos valores son máximos y negativos.

ESFUERZO INTERNO.-Los esfuerzos internos sobre una sección transversal o plana de un elemento estructural se define como un conjunto de fuerzas y momentos estáticamente equivalentes a la distribución de tensiones internas sobre el área de esa sección.



ESPECTRO DE RESPUESTA.-Es un valor utilizado en ingeniería sísmica, que se mide la reacción de una estructura ante una vibración.

ESTRUCTURA DUAL.- Son sistemas resistentes compuestos por muros llenados. Son muy rígidos (poco deformables).ante la acción de las fuerzas de inercia sísmicas horizontales y por eso su ductilidad es limitada.

ETABS.- Extend Three Dimensional Analysis of Building System (Análisis Tridimensional extendido de Edificaciones), es un sistema completamente integrado. Detrás de una interfase intuitiva y simple, se encajan poderosos métodos numéricos, procedimientos de diseño y códigos internacionales de diseño que funcionan juntos desde una base de datos

F

FUERZA.-Es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los cuerpos materiales .No debe confundirse con los conceptos de esfuerzo o de energía.

FUERZA AXIAL.- Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada carga axial.

FUERZA CORTANTE.-Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar. Se designa variadamente como T, V o Q

FUSTE.- Parte de una columna o pilar comprendida entre la basa y el capitel.

G

GRADO DE LIBERTAD.- Desde el punto de vista de la dinámica, corresponde al número mínimo de coordenadas necesarias para definir la posición en el espacio y en el tiempo de todas las partículas de masa del sistema.

I

INERCIA.- Es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado de reposo o movimiento, mientras no se aplique sobre ellos alguna fuerza, o la resistencia que opone la materia al modificar su estado de reposo o movimiento como consecuencia, un cuerpo



conserva su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme si no hay una fuerza actuando sobre él.

INTERPOLACION.-Es la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos.

L

LITOSFERA.-Es la capa superficial de la Tierra sólida, caracterizada por su rigidez. Está formada por la corteza terrestre y por la zona contigua, la más externa, del manto residual y <<flota>> sobre la astenósfera, una capa <<blanda>> que forma parte del manto superior.

M

MAGNITUD.-La cantidad de energía liberada durante un terremoto

MASA.-Es una propiedad intrínseca de los cuerpos que determina la medida de la masa inercial y de la masa gravitacional.

MASA IMPULSIVA.- Porcentaje de un líquido contenido en un recipiente cuyo movimiento se da junto a los elementos que confinan dicho líquido

MASA CONVECTIVA.- Porcentaje de un líquido cuya superficie olea y tiene un movimiento independiente y diferenciado del de la masa impulsiva.

MATRIZ.-Es un arreglo bidimensional de números, y en su mayoría generalidad de elementos de un anillo. Las matrices se usan generalmente, para describir sistemas de ecuaciones lineales, sistemas de ecuaciones diferenciales o representar una aplicación lineal (dada una base).Las matrices se describen en el campo de la teoría de matrices

MODOS DE VIBRAR.-Es un patrón o forma característica en el que vibrara un sistema mecánico. La mayoría de los sistemas tienen muchos modos de vibración y es la tarea del análisis modal determinar la forma de esos modos.

MÓDULO DE ELASTICIDAD.-Es un tipo de constante elástica que relaciona una medida relacionada con la tensión y una medida relacionada con la deformación.



MOMENTO FLECTOR.- Es un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

P

PARÁMETRO.- Una función definida sobre valores numéricos de una amplia o poca población.

PERIODO DE VIBRACIÓN.- Es el tiempo transcurrido entre dos puntos equivalentes de la onda. El concepto aparece tanto en las matemáticas como en física y otras áreas de conocimiento.

PESO.- Es la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, originado por la aceleración de la gravedad, cuando esta actúa sobre la masa del cuerpo.

R

RESISTENCIA.- Capacidad de los sólidos para soportar tensiones sin alterarse

RESONANCIA.- Es el aumento en la amplitud del movimiento de un sistema debido a la aplicación de fuerza en base al movimiento

ROTACIÓN.- Es el movimiento de cambio de orientación de un cuerpo o un sistema de referencia de forma que una línea (llamada eje de rotación) o un punto que permanece fijo.

S

SIMETRÍA.- Es un rasgo característico de formas geométricas, sistemas, ecuaciones y otros objetivos materiales o entidades abstractas, relacionada con su invariancia bajo ciertas transformaciones, movimientos o intercambios.

SISMO.- Es una sacudida del terreno que ocurre por choque de placas tectónicas y liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

SUELO.- Es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos (meteorización).



SUPERPOSICIÓN.- Es un resultado matemático que permite descomponer un problema lineal en dos o más sub-problemas más sencillos, de tal manera que el problema original se obtiene como “superposición” o “suma” de estos sub-problemas más sencillos.

T

TENSIÓN.-Es la fuerza interna aplicada, que actúa por unidad de superficie o área sobre la que se aplica. También se llama tensión, al efecto de aplicar una fuerza sobre una forma alargada aumentando su elongación.

V

VIBRACION.- Es la propagación de ondas eléctricas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo (o posición de equilibrio).

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N°1

Se ha logrado verificar la HIPÓTESIS GENERAL “Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a los esfuerzos axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI 318 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico”, comprobándose que las fuerzas axiales presentes en el tanque octogonal son menores en comparación a las que se presentan en el tanque rectangular.

CONCLUSIÓN N°2

Se ha logrado verificar la primera hipótesis específica “Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a los esfuerzos axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.” comprobándose que las fuerzas axiales presentes en el tanque octogonal son menores en un 18% en comparación a las que se presentan en el tanque rectangular.

CONCLUSIÓN N°3

Se ha logrado verificar la segunda hipótesis específica “Un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI-318 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático” comprobándose que los desplazamientos presentes en el tanque octogonal son menores en un 20% en comparación a las que se presentan en el tanque rectangular

CONCLUSIÓN N°4

Se ha logrado verificar la tercera hipótesis específica “Un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo



a los parámetros de la Norma ACI-318 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático”, comprobándose que las fuerzas cortantes presentes en el tanque octogonal son menores en un 20% en comparación a las que se presentan en el tanque rectangular.

CONCLUSIÓN N°5

Se ha logrado verificar la tercera hipótesis específica “Un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI-318 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático”, comprobándose que los momentos flectores presentes en el tanque octogonal son menores en un 45% en comparación a las que se presentan en el tanque rectangular.



RECOMENDACIONES

TEMAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS A LA INVESTIGACIÓN.

- Realizar investigaciones relacionadas al campo de la ingeniería hidrostática basándose en Normas y parámetros extranjeros considerando las similitudes a nuestra localidad.
- Realizar análisis comparativos hidrodinámicos de tanques apoyados según su configuración estructural.
- Realizar investigaciones que incidan en el tema hidrodinámico como tal, evaluando el movimiento del agua dentro del tanque como tema fundamental.
- Realizar investigaciones de estructuras contenedoras de agua en relación a algún tipo de aislamiento estructural.
- Realizar análisis comparativos de estructuras contenedoras de agua.
- Realizar investigaciones haciéndose uso de modelos a escala, de tal forma que se pueda visualizar de mejor manera los efectos que se presentan.

PARA EL PRESENTE TRABAJO

- Se recomienda realizar estudios de suelos de la zona para poder reducir tiempo de solicitud de documentación en la municipalidad.
- Se recomienda vincular todos los cálculos realizados para poder realizar modificaciones de valores en las tablas formuladas.
- Se recomienda utilizar configuraciones estructurales cuya forma sea lo más cercana a un círculo pues como se ha visto las presiones se distribuyen de mejor forma y se reducen los esfuerzos y/o fuerzas.

EN GENERAL

- Se recomienda incluir dentro de las normativas y parámetros Peruanos consideraciones vinculadas a los análisis y diseños estructurales de tanques los cuales presentan diferentes respuestas estructurales dependiendo a su configuración estructural.

**REFERENCIAS**

- Aci comite 350. (2001). Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-01) and Commentary (ACI 350R-01). United States.
- Agudelo Zapata, J. A. (14 de octubre de 2014). Estructurando. Obtenido de Estructurando: <http://estructurando.net/2014/10/14/aisladores-y-disipadores-sismicos/>
- Behar Rivero, D. (2008). Metodología De La Investgacion. Bogotá, Colombia: SHALOM.
- Blacker Bonanza, K. W. (2006). Cálculo Estructural del Edificio de la sede del Distrito Judicial de la Libertad. Lima.
- Cárdenas Paredes, L. A. (2008). Análisis de Vulnerabilidad Estructural del Hotel Comercio. lima.
- Científica, U. (24 de julio de 2009). umcientifica.blogspot.pe. Obtenido de umcientifica.blogspot.pe: <http://umcientifica.blogspot.pe/2010/03/los-terremotos-historia-origen-de-los.html>
- García Reyes, L. E., & Fierro P.E., E. A. (2005). Seminario de Ingenieria Sismica. República Dominicana: Pontificia Universidad Catolica Madre y Maestra.
- Griem, w. (2011). <http://www.geovirtual2.cl/>. Obtenido de <http://www.geovirtual2.cl/http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap01d.htm>
- Guia para la construcción de reservorios elevados de agua potable. (2005). En O. P. Salud. Lima, Peru.
- Gutierrez, L. (2007). Teoria de la Tectónica de Placas. Venezuela: Universidad Bolivariana de Venezuela.
- Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, B. (2010). Metodología De La Investigacion (Quinta Edicion ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Hurtado, J. F. (1986). Determinación Del Espectro Elástico De Diseño . Lima: UNI.
- Lopez, L. F. (2003). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las escuelas públicas de Cali. Santiago de Cali.
- Luis Ortiz Berrocal, .. s. (2004). Resistencia de Materiale. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Minedu. (2013). Plano de ubicación. Lima.
- Minedu. (210133). Mapa de ubicación.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2006). NTP E030 Diseño Sismo Resistente. Lima: República del Perú.
- Ministerio de vivienda, c. Y. (2009). N.t.e. E060 concreto armado. Lima: republica del peru.



- Ministerio de Vivienda, C. y. (2016). NTP E030 de diseño sismo resistente. Lima: República del Perú.
- Nitsche M., C. (2012). Protección Sísmica de Estructuras. Chile: Trama Impresoras S.A.
- Paz, M. (1992). Dinámica Estructural. Mexico: Reverté, S.A.
- Roberto, B. E. (1999). Manual de Diseño Sísmico de Edificios. Limusa: Federico Villareal.
- Salva Huertas, I. (2014). Eficiencia Estructural de diferentes tanques de concreto. Bucaramanga.
- Solar, R. V. (2006). Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable. Bucaramanga.
- Tecnoav. (2011). Tecnoav. Obtenido de tecnoav: <http://www.tecnoav.cl/4-aisladores-sismicos-y-disipadores-sismicos/>
- Vidal Sanchez, F. (1990). Los terremotos y sus causas. Almeria: Universidad de Almeria.
- Yvan, A. S. (2006). Desempeño sísmico de un edificio aporcado de. Lima: editorial pucp.



ANEXOS



EVALUACION COMPARATIVA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE UN ANALISIS HIDRODINAMICO DE UN TANQUE ELEVADO DE SECCION OCTOGONAL FRENTE A UNO RECTANGULAR EN EL PROYECTO DE SANEAMIENTO ALTO QOSQO – CUSCO”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables e Indicadores	Metodología
<p>¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el Proyecto de Saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y NTE.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?</p>	<p>Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p>	<p>Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de la Norma ACI y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p>	<p>Variabes independientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de diseño sísmico de la norma ACI 318 para diseño de tanques de concreto armado. • Configuración estructural (volumen y altura del reservorio, espesor de paredes y muros). 	<p>Tipo de Investigación Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa.</p> <p>Nivel de la Investigación De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>PE1¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a las fuerzas axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?</p> <p>PE2¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?</p> <p>PE3¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?</p> <p>PE4¿Un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>OE1. Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a las fuerzas axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p> <p>OE2. Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y diseño estructural hidrodinámico.</p> <p>OE3. Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p> <p>OE4. Evaluar si un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>HE1. Un tanque elevado de configuración octogonal presenta una mejor respuesta estructural referente a los esfuerzos axiales frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrodinámico.</p> <p>HE2. Un tanque elevado de configuración octogonal presenta desplazamientos reducidos frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.</p> <p>HE3. Un tanque elevado de configuración octogonal presenta fuerzas cortantes de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.</p> <p>HE4. Un tanque elevado de configuración octogonal presenta momentos flectores de menor magnitud frente a uno rectangular en el proyecto de saneamiento Alto Qosqo de la ciudad del Cusco de acuerdo a los parámetros de las Normas ACI 318-350 y Norma Técnica E.030 en cuanto a condiciones de geometría y análisis estructural hidrostático.</p>	<p>Variabes Dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • VD1: Desplazamientos • VD2: Fuerzas cortantes. • VD3: Momentos flectores • VD4: Fuerzas axiales <p>Indicadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cortante basal (Toneladas). • Distorsiones de entre piso en función a sus alturas (Metros.) • Peso sísmico efectivo (Toneladas). • Cortante basal (Ton-m). • Carga de servicio (Toneladas). • Propiedades físicas de los materiales (Kg-cm). • Modos de vibración (Segundos). • Empujes (Toneladas). • Dimensión de elementos estructurales (Metros). • Distribución del acero (Metros). 	<p>Método de la Investigación Durante el proceso de investigación para demostrar y comprobar la hipótesis se aplicara el método hipotético deductivo.</p> <p>Instrumentos.-</p> <p>Norma Técnica E.030 del 2016 Norma Aci 350 del 2010 Norma Aci 318 del 2010 Norma Fema del 2009</p>

