

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**REDES DE AGUA Y DESAGUE: FENOMENOS SISMICOS Y  
RECOMENDACIONES DE DISEÑO EN EL DISTRITO DE  
HUACHO 2019**

**PRESENTADO POR:**

**AXL SONY VELASQUEZ TRUJILLO**

**JOSE CARLOS GONZALES NAVARRO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

**Ing. CARLOS ENRIQUE BERNAL VALLADARES**

**HUACHO-2019**

### **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedicamos a nuestros padres quienes nos apoyaron en la realización de este proyecto y también a lo largo de la carrera. También a los docentes de la escuela por brindarnos los conocimientos necesarios para ser profesionales excelentes.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser mi fortaleza en aquellos momentos de debilidad y adversidades.

Gracias a mis padres, por ser los principales protagonistas de mis sueños, por confiar y creer en mis ideales, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

INDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del Problema.....	11
1.2.1. Problema General.....	11
1.2.2. Problemas específicos .....	11
1.3. Objetivos de la Investigación .....	12
1.3.1. Objetivo General .....	12
1.3.2. Objetivo específico.....	12
1.4. Justificación de la investigación.....	12
1.5. Delimitación del estudio.....	13
1.6. Viabilidad del estudio.....	14
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	15
2.1.1 Internacionales. ....	15
2.1.2 Nacionales. ....	16
2.2. Bases Teóricas .....	17
2.3. Definiciones conceptuales .....	48
2.4. Formulación de la Hipótesis .....	49
2.4.1 Hipótesis general. ....	49
2.4.2 Hipótesis específica.....	49
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	50
3.1. Diseño Metodológico .....	50
3.1.1. Tipo de Investigación .....	50
3.1.2. Nivel de Investigación.....	50
3.1.3. Diseño.....	50
3.1.4. Enfoque .....	51
3.2. Población y Muestra .....	51
3.2.1. Población.....	51
3.3. Operacionalización de variables e indicadores.....	52
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	53
3.4.1. Técnicas a emplear. ....	53
3.4.2. Descripción de instrumentos. ....	53

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.....	53
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	54
4.1. Presentación de Cuadros, Gráficos e Interpretaciones .....	54
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1. Discusión .....	56
5.2. Conclusiones.....	57
5.2. Recomendaciones.....	578
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN .....	59
6.1 Fuentes Bibliográficas .....	59
6.2 Fuentes Electronicas .....	59
Anexos .....	61

## **ÌNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Respuesta de los usuarios del distrito de Huacho, sobre prevención ante fenómenos sísmicos.....	54
Tabla 2: Respuesta de los usuarios ante el mantenimiento de redes de agua y desagüe.....	55

## **ÌNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Mapa de zonas sísmicas .....	10
Figura 2: Tipos de fallas .....	23
Figura 3: Modelo de Pandeo Columna .....	31
Figura 4: Junta con soldadura filete interna.....	32
Figura 5: Mecanismo de daño de tuberías segmentadas.....	33

## **ÌNDICE DE FOTOS**

Foto 1: Falla por tensión en las tuberías de un gaseoducto, Alaska 1964 .....	29
Foto 2: Falla de pandeo local en sismo de Costa Rica .....	30
Foto 3: Pandeo Columna de tubería de acero del sistema de agua.....	31
Foto 4: Separación en tubería sistema de abastecimiento de agua .....	34
Foto 5: Aplastamiento junta espiga campana, sismo Bhuj 2001 .....	35
Foto 6: Falla junta espiga campana debido a flexión, sismo Sumatra 2004.....	36

## **ÌNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Prevención ante fenómenos sísmicos en el distrito de Huacho.....	54
Gráfico 2: Mantenimiento de Redes de agua y desagüe.....	55

## **RESUMEN**

El distrito de Huacho, ubicado en la provincia de Huaura de la región Lima Provincias, se encuentra en la zona 4 del mapa de zonas sísmicas del Perú; lo cual nos hace referencia a una alta probabilidad de que ocurran fenómenos sísmicos en un corto o mediano plazo. Debido también a la presencia de una confluencia de placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, en el frente de nuestro litoral, esta zona se hace más vulnerable.

Por lo tanto es importante tener redes de agua y desagüe que puedan resistir y continuar funcionando con normalidad ante el impacto generado por las ondas sísmicas.

En la actualidad en la zona la mayoría de conexiones de agua y desagüe no cuenta con un diseño sísmico, sino por el contrario son redes con conexiones informales hechas manualmente incluso por los mismos propietarios de las viviendas, sin ningún tipo de asesoramiento ni el cumplimiento de las normas de instalaciones sanitarias.

De no tener redes de agua y desagüe con un diseño sísmico, ante la presencia de algún fenómeno sísmico éstas podrían colapsar, generando un problema grave en la población del distrito, pues se cortaría el abastecimiento de agua y las redes desagüe no funcionarían, ocasionarían inundaciones de gran dimensión, generando perjuicios en el tránsito, en las calles y en la comunidad. Esto implicaría un aumento significativo de las enfermedades, si es que no se soluciona el colapso rápidamente.

Por ello este proyecto trata de brindar recomendaciones, mediante el estudio de los fenómenos sísmicos y evitar problemas posteriores cuando estos se presenten, se hará el diseño de tuberías de agua y desagüe mediante cálculos, tomando en cuenta algunos factores tales como el suelo, la zona, los materiales utilizados en las tuberías y las fallas, así estaremos preparados ante cualquier sismo y se mitigara el impacto de los fenómenos sísmicos en las redes de agua y desagüe en el distrito de Huacho.

Palabras Clave: redes, agua, desagüe, fenómenos, sísmicos, diseño

### **ABSTRACT**

The district of Huacho, located in the province of Huaura in the Lima Provincias region, is located in zone 4 of the map of seismic zones of Peru; which makes reference to a high probability that seismic phenomena occur in a short or medium term. Due to the presence of a confluence of tectonic plates of Nazca and Sudamericana, in the front of our coast, this area becomes more vulnerable.

Therefore, it is important to have water and drainage networks that can withstand and continue to function normally in the face of the impact generated by seismic waves.

Currently in the area the majority of water and sewage connections do not have a seismic design, but instead are networks with informal connections made manually even by the owners of the houses themselves, without any advice or compliance with sanitary facilities regulations.

If you do not have water and drainage networks with a seismic design, in the presence of some seismic phenomenon, they could collapse, generating a serious problem in the district's population, as the water supply would be cut and the drainage networks would not work, causing flooding of great dimension, generating damages in the transit, in the streets and in the community. This would imply a significant increase in diseases, if the collapse is not solved quickly.

For this reason, this project tries to provide recommendations, by studying the seismic phenomena and avoiding later problems when these arise, the design of water pipes and drainage will be made through calculations, taking into account some factors such as the soil, the area, the materials used in the pipes and faults, so we will be prepared for any earthquake and mitigate the impact of seismic phenomena on the water and drainage networks in the district of Huacho.

Keywords: networks, water, drainage, phenomena, seismic, design



## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad en la zona la mayoría de conexiones de agua y desagüe no cuenta con un diseño sísmico, sino por el contrario son redes con conexiones informales hechas manualmente incluso por los mismos propietarios de las viviendas, sin ningún tipo de asesoramiento ni el cumplimiento de las normas de instalaciones sanitarias.

La presente investigación está organizada en seis capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: planteamiento del problema, abarca la explicación de la realidad problemática, formulación del problema y objetivos de la investigación general y específico.

Capitulo II: Marco Teórico, establece los antecedentes de la investigación, definición de conceptos, bases teóricas, hipótesis general y específico.

Capitulo III: Contiene la metodología, el cual comprende el diseño metodológico, enfoque y tipo de investigación, población y muestra, técnica de recolección de datos y procesamiento de la información.

Capitulo IV: Contiene los resultados de la encuesta en tablas, figuras e interpretaciones.

Finalmente, el capítulo V contiene la discusión, el Capítulo VI contiene la conclusión y recomendaciones de la presente investigación.

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El distrito de Huacho, ubicado en la provincia de Huaura de la región Lima Provincias, se encuentra en la zona 4 del mapa de zonas sísmicas del Perú; lo cual nos hace referencia a una alta probabilidad de que ocurran fenómenos sísmicos en un corto o mediano plazo. Debido también a la presencia de una confluencia de placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, en el frente de nuestro litoral, esta zona se hace más vulnerable.

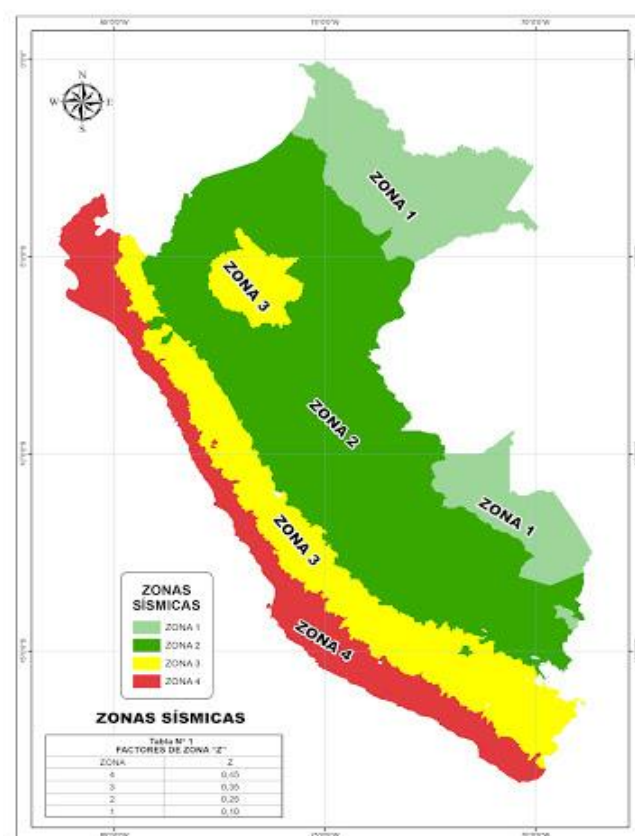


Figura. 1. Mapa de zonas sísmicas.

Por lo tanto es importante tener redes de agua y desagüe que puedan resistir y continuar funcionando con normalidad ante el impacto generado por las ondas sísmicas.

En la actualidad en la zona la mayoría de conexiones de agua y desagüe no cuenta con un diseño sísmico, sino por el contrario son redes con conexiones informales hechas manualmente incluso por los mismos propietarios de las viviendas, sin ningún tipo de asesoramiento ni el cumplimiento de las normas de instalaciones sanitarias.

De no tener redes de agua y desagüe con un diseño sísmico, ante la presencia de algún fenómeno sísmico estas podrían colapsar, generando un problema grave en la población del distrito, pues se cortarían el abastecimiento de agua y las redes de desagüe no funcionarían, ocasionarían inundaciones de gran dimensión, generando perjuicios en el tránsito, en las calles y en la comunidad. Esto implicaría un aumento significativo de las enfermedades, si es que no se soluciona el colapso rápidamente.

Por ello este proyecto trata de brindar recomendaciones, mediante el estudio de los fenómenos sísmicos y evitar problemas posteriores cuando estos se presenten, se hará el diseño de tuberías de agua y desagüe mediante cálculos, tomando en cuenta algunos factores tales como el suelo, la zona, los materiales utilizados en las tuberías y las fallas, así estaremos preparados ante cualquier sismo y se mitigará el impacto de los fenómenos sísmicos en las redes de agua y desagüe en el distrito de Huacho.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo mitigar el impacto de los fenómenos sísmicos en las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera influyen los fenómenos sísmicos en las deformaciones y fallas en tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019?
- ¿Cómo se relacionan los fenómenos sísmicos y diseño de tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019?
- ¿De qué manera influyen los fenómenos sísmicos en los componentes de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019?
- ¿Cómo se relacionan los fenómenos sísmicos y los materiales utilizados en las tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019?

### 1.3. Objetivos de la Investigación

#### 1.3.1. Objetivo General

Establecer recomendaciones de diseño para las redes de agua y desagüe con el fin de mitigar el impacto de los fenómenos sísmicos de la ciudad de Huacho, 2019.

#### 1.3.2. Objetivo específico

- Determinar de qué manera influyen los fenómenos sísmicos en las deformaciones y fallas en tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Determinar cómo se relacionan los fenómenos sísmicos y el diseño de tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Determinar de qué manera influyen los fenómenos sísmicos en los componentes de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Determinar cómo se relacionan los fenómenos sísmicos y los materiales utilizados en las tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.

### 1.4. Justificación de la investigación

Con la presente investigación se trata de entender y comprender la importancia de un buen diseño de redes de agua y diseño ante los fenómenos sísmicos en el distrito de Huacho. En lo cual se dará un aporte teórico y práctico con ciertas recomendaciones para realizar un mejor diseño.

#### **Justificación por su conveniencia.**

La investigación busca conocer las recomendaciones de diseño para redes de agua y desagüe, lo cual es muy importante ante los fenómenos sísmicos que ocurren en nuestra región, puesto que habrá más seguridad y se evitaran problemas como fugas, rupturas, fallas, hundimientos, inundaciones y otros tipos de problemas.

#### **Justificación teórica.**

El estudio del presente trabajo de investigación se apoyó en información teórica, formal y científica como libros, investigaciones, informes, tesis, revistas, páginas web que son necesarias para elaborar y desarrollar una investigación eficiente y viable. Esta investigación será una herramienta útil para ampliar conocimientos y ahondar

contenidos estudiados en la carrera de ingeniería civil debido a que están involucrados con los problemas existentes en un distrito.

### **Justificación Práctica**

Este trabajo de estudios permitirá saber con precisión los problemas encontrados que se manifiestan en las redes de agua y desagüe ante los fenómenos sísmicos, los cuales están causando costos innecesarios y elevados, pérdida de tiempos, baja productividad y disminución en la demanda de clientes atendida. Es necesario reconocer las recomendaciones de diseño óptimas, además de estar seguros que esta integración permitirá realizar una excelente planificación para alcanzar el mayor beneficio en la demanda a los habitantes del distrito de Huacho.

Por último, se justifica por su aporte científico práctico y teórico ya que se está planteado bajo un instrumento científico que ayudara a muchas personas e investigadores en su enriquecimiento académico y además tiene el valor de ser utilizado como referencia para cualquier tipo de investigaciones que se desea realizar bajo la misma perspectiva o similar.

### **1.5. Delimitación del estudio**

Para el desarrollo del trabajo de campo se cuenta con los recursos financieros necesarios, la recolección de datos para la parte estadística también será financiada por los investigadores; en lo que respecta a recursos humanos, el asesor de la Investigación será un docente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

El título de la investigación tiene dos variables la primera es redes de agua y desagüe y los fenómenos sísmicos. Lo cual se desarrolló con las dimensiones que le sustenta dicha investigación.

La investigación se realizará:

Lugar:

Distrito: Huacho

Provincia: Huaura

Departamento: Lima

### **Delimitación temporal**

La investigación se desarrolló desde el mes de noviembre del 2018 hasta el mes de abril del 2019.

### **Delimitación social**

La investigación se realizó en la ciudad de Huacho. Principalmente se tomó como realidad objetiva a colaboradores de dicha empresa.

## **1.6. Viabilidad del estudio**

El presente trabajo de investigación cumplió con todos los elementos necesarios para su desarrollo, establecido por la unidad de Grados y Títulos profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

### **Ambiental**

Por ser una investigación netamente académica, no afecta el medio ambiente de ningún punto de vista.

### **Financiera**

El presupuesto y costo de la investigación fue cubierto por los realizadores de esta investigación.

### **Social**

Se conformó un equipo de apoyo, el mismo que ya está comprometido e implementado para que su participación sea más pertinente y eficiente; como también se cuenta con el permiso respectivo de la municipalidad para el respectivo muestreo de los usuarios.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 Internacionales.

(Suarez Guerrero, 2014). En su tesis “Análisis y diseño de tanques y tuberías enterradas bajo cargas sísmicas”. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

La investigación tuvo como objetivo elaborar programas para el análisis y diseño bajo condiciones sísmicas de tanques de acero y hormigón y tuberías de acero enterradas.

Conclusión: La Norma Ecuatoriana de Construcción no presenta un procedimiento detallado para el diseño de tanques bajo condiciones sísmicas, además no contiene información para el diseño sísmico de tuberías de acero enterradas. Para disminuir las deformaciones axiales debido a la fricción entre el suelo y la tubería, se reemplaza el suelo natural por suelo granular, con el objetivo de eliminar la cohesión del suelo natural.

(Bautista Tadeo, 2010). En su tesis “Afectación al suministro de agua de las redes de tuberías de distribución ante un sismo”. Tesis para optar al grado de maestro en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

La investigación tuvo como objetivo describir el análisis de tipo hidráulico a las redes de tuberías de agua potable para calcular la cantidad de agua que deja de proporcionarse a los habitantes de una ciudad según el daño que se origine en sus tuberías por roturas o desconexiones entre sus conductos.

Conclusión, El análisis del suministro de redes de distribución de agua potable después de los efectos de un sismo, tiene cierto grado de incertidumbre debido a las consideraciones del método propuesto. Se comprobó con la red simplificada propuesta, que se puede calcular la vulnerabilidad sísmica de la distribución de agua potable para cualquier condición geológica, es decir, de acuerdo con el tipo suelo y las velocidades máximas horizontales que se presentan en el mismo, lo que fue congruente con el tipo de suelo en el que se encuentran las tuberías.

(Alberto Hernández, 2016). En su tesis “Impacto sísmico en sistemas de agua potable urbanos”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Autónoma de México.

La investigación tuvo como objetivo exponer las metodologías que se usan actualmente por las agencias de seguridad para la evaluación sísmica de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Conclusión, En la ciudad de México, se han realizado recientemente cambios de tuberías de asbesto – cemento por polietileno, lo que puede ser un factor determinante en el comportamiento sísmico del sistema. Los análisis sísmicos descritos pueden emplearse para llevar a cabo reparaciones que se consideren urgentes y priorizar la asignación de presupuesto para reemplazo de tuberías y construcción de nuevos segmentos

### **2.1.2 Nacionales.**

(Santillán Herrera, 2011). En su tesis “Conductos enterrados: comportamiento sísmico y recomendaciones de diseño”. Tesis para optar al grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería estructural. Universidad Nacional de Ingeniería.

La investigación tuvo como objetivo investigar los tópicos referentes al comportamiento de los conductos enterrados sujetos a las deformaciones permanentes y transitorias ocasionadas por los movimientos sísmicos. Proponer recomendaciones a tener en cuenta en el diseño sísmico de las tuberías enterradas.

Conclusión, Los daños que pueden presentarse en los sistemas de líneas vitales, ocasionan impactos tanto durante el evento sísmico como posteriormente al mismo. El Perú no cuenta con un registro histórico adecuado sobre el comportamiento específico que tuvieron los sistemas de líneas vitales en los sismos pasados, lo anterior se traduce en que actualmente las normas del país no hacen mención alguna a parámetros de diseño sísmico para conductos enterrados.

(Rentería Vidaurre, 2014). En su tesis “Diseño de metodología para el análisis de flexibilidad en sistema de tuberías”. Tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico. Pontificia Universidad Católica del Perú.



La investigación tuvo como objetivo principal diseñar una metodología para el análisis de flexibilidad en sistemas de tuberías. Esta metodología podrá utilizarse como alternativa para analizar sistemas de tuberías sencillos

Conclusión, Los daños que pueden presentarse en los sistemas de líneas vitales, ocasionan impactos tanto durante el evento sísmico como posteriormente al mismo. El Perú no cuenta con un registro histórico adecuado sobre el comportamiento específico que tuvieron los sistemas de líneas vitales en los sismos pasados, lo anterior se traduce en que actualmente las normas del país no hacen mención alguna a parámetros de diseño sísmico para conductos enterrados.

(Castro Ortega, 2015). En su tesis “Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja – Junín”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.

La investigación tuvo como objetivo contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisiones sobre los criterios de intervención. Elaborar los mapas de vulnerabilidad sísmica para el centro histórico de la ciudad de Jauja.

Conclusión, La evaluación del riesgo sísmico es un tema trascendente por las graves consecuencias que conlleva vivir con un peligro potencial, como los sismos, ya que no solo provocan daños a las estructuras, sino que causan pérdidas de vidas humanas. Para la evaluación del daño en las edificaciones del área en estudio, es necesario elaborar funciones de vulnerabilidad adecuadas a las tipologías estructurales existentes en la zona de análisis, debido a que estas funciones plasmarán resultados más confiables y reales en el ámbito de estudio.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Diseño de tuberías de agua y desagüe**

Miguel Ángel Condori Apaza (2016), manifiesta que las tuberías son un sistema formado por tubos, que pueden ser de diferentes materiales, que cumplen la función de permitir el transporte de líquidos, gases o sólidos en sus suspensión (mezclas) en forma eficiente, siguiendo normas estandarizadas y cuya selección se realiza de acuerdo a las necesidades de trabajo que se va a realizar.

Constanza Echevarría (2012), manifiesta en su blog que las redes de desagüe son tuberías que permiten la evacuación de las aguas usadas en el predio. Además eliminan los malos olores que pueden existir en los aparatos sanitarios. Paralelamente a las tuberías de desagüe se abren las de ventilación, distribuidos en tal forma que impidan la formación de vacíos o alzas de presión que pudieran hacer descargar las trampas, o introducir malos olores en la edificación.

Rafael Moliá (1987), señala que una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

- Estructura jerárquica

Las redes de distribución de agua se estructuran según el tipo de función que desempeñan y que tienen una relación directa con la serie decreciente de los diámetros con el fin de ajustarse a la distribución de consumos, a la reducción de pérdidas de carga, hacer frente a situaciones imprevistas y a reducir el coste. Los niveles en los que se clasifican son: Aducción, Distribución Urbana y acometidas. Las conducciones de aducción son las grandes arterias de transporte que recogen el agua desde los puntos de captación o tratamiento y llegan hasta la zona urbana. La red de distribución urbana es la que toma el agua de la aducción directamente o de los diferentes depósitos reguladores (cabecera, intermedio o cola) y la distribuye entre todos los puntos de consumo. Dentro de esta red se ha de distinguir las redes de transporte interzonales.

- Tipologías

Las redes de distribución en general o bien según su función o localización por áreas pueden ser de dos grandes tipos: Ramificada y Mallada.

- Una red Ramificada es aquella que va uniendo los diferentes puntos de consumo con una única tubería.

- Una red Mallada es la que va formando cuadrículas, consiguiéndose que cada punto de consumo tenga más de una vía de flujo.

Las diferencias más notables entre ambas son el coste y la calidad, teniendo que sopesar ambas a la hora de declinar la elección.

- Elementos que integran una red

Toda red de distribución de agua está formada por los siguientes elementos:

- Tuberías
- Depósitos.
- Elevadoras.
- Otros elementos singulares.

- Tuberías

Es el elemento de transporte de fluidos por excelencia.

Las tuberías vienen definidas por su diámetro, material de constitución y tipo de junta.

El diámetro viene definido del cálculo hidráulico de la red y tanto el material como los tipos de juntas se recogen en otra exposición de este curso.

- Depósitos

Los depósitos dentro de una red de distribución tienen las funciones de almacenamiento y de regulación de caudales y presiones.

La mayor parte de los tratados aconsejan que el volumen de los depósitos sea equivalente al consumo del día punta (24 horas). Ahora bien, conforme sean las características de las fuentes de suministro esta premisa puede ser excesiva o escasa.

Por ejemplo, en grandes conducciones en las que se establezca un régimen de conservación, puede que se requiera tenerla fuera de servicio un tiempo mayor, con la consiguiente necesidad de almacenamiento de equilibrio entre el tiempo de abastecimiento cubierto, el tiempo medio de estancia en la red y el aspecto económico.

Disponer de una reserva excesiva, además de suponer una inversión muy fuerte, produce un tiempo de permanencia elevado con la consiguiente disminución de la calidad del agua.

Tradicionalmente la construcción de los depósitos se realizaba bien con fábrica de diferentes materiales o bien con hormigón in situ, tanto en masa como armado. En la actualidad los elementos prefabricados tienen un lugar predominante, pues abarcan un amplio abanico tanto de volúmenes como de geometría con una disminución notable del tiempo de puesta en servicio, aunque no tanto económicamente.

La circulación del agua en el depósito debe estudiarse para evitar zonas muertas, siendo recomendable que la entrada y la salida del mismo se realice en puntos hidráulicamente opuestos.

La creación de cámaras aisladas depende tanto de la capacidad total del mismo, como de la posibilidad de ser solapado o no por otro depósito de la red.

No debe olvidarse que se ha de disponer de una capacidad de almacenamiento para el abastecimiento puntual en casos de emergencia.

Los aspectos de seguridad requieren de una atención especial tanto para la protección a terceros como de nuestras instalaciones frente a ellos. Así pues deberá protegerse la posible caída de personas o animales tanto como la imposibilidad de introducción de elementos extraños en él, protegiendo mediante sistemas sifónicos los respiraderos, con derivación a los desagües.

Al tener un ambiente elevadamente agresivo el interior de los depósitos, es muy conveniente que las diferentes cámaras de válvulas estén aisladas del mismo.

La relación de funciones sobre las que debemos actuar en un depósito son:

- Corte o regulación de la entrada.
- Corte o regulación de la salida.
- Desagüe.
- Alivio de excesos.
- Conexión y aislamiento de cada compartimento.
- Control de drenaje.
- Rotura de carga de la entrada.

Para cada una de estas funciones existen en el mercado válvulas específicas que se han diseñado para cada cometido.

Otros elementos singulares

A continuación se hace una sucinta enumeración del resto de elementos singulares que se ubican en una red de distribución:

- Enlaces entre alineaciones (codos, te, reducción, etc.).
- Válvulas de corte.
- Ventosas y purgadores.
- Desagües y purgas manuales.
- Válvulas de retención.
- Válvulas reguladoras de presión y caudal.
- Válvulas de sobre velocidad o sobrepresión.
- Hidrantes.
- Dispositivos de riego y baldeo.
- Fuentes públicas.
- Cámaras de descarga.
- Estaciones de toma de muestras.
- Estaciones de adición de aditivos.
- Entradas de hombre y registros.
- Caudalímetros y contadores.

- **Criterios de diseño**

El diseño de redes debe basarse en la funcionalidad del servicio que se ha de prestar al futuro usuario y en la racionalidad del uso del recurso.

En este sentido la red debe llevar el agua desde las fuentes de suministro y tratamiento, en cantidad suficiente, a los puntos de consumo, pero también tiene que cumplir otra serie de objetivos.

- Mantener la garantía de potabilidad.
- Limitar las pérdidas de agua.
- Capacidad de trasportar y distribuir la demanda total.
- Asegurar una presión en el punto de destino.
- Evitar las erosiones en las tuberías y limitar las pérdidas de carga.
- Economía de instalación y conservación.
- Tener el mínimo posible de interrupciones del servicio a lo largo de la vida útil de la red.
- Poder medir y controlar todos los consumos que se deriven de la red y las posibles.
- Maniobrar la red con facilidad, para corregir anomalías. fugas.

### **2.2.2 Amenazas sobre las tuberías**

Los conductos enterrados están sujetos a dos tipos de daños principales ocasionados por los sismos, conocidos como Deformaciones Permanentes y Deformaciones Transitorias del Suelo.

#### **Deformaciones Permanentes del Suelo (DPS)**

Podría definirse este efecto como los cambios de características geométricas y físicas de una masa de suelo como consecuencia de la aplicación de una fuerza, que en este caso en particular la constituye el sismo. Las principales DPS involucradas con los sistemas de tuberías son las siguientes: falla superficial, derrumbes, desplazamientos (desparramamientos) laterales debido a la licuefacción del suelo y asentamientos sísmicos; la influencia de daño de estos fenómenos sobre los conductos está asociada a dos parámetros: la cantidad y la extensión espacial de la DPS.

#### **A. Falla**

Es la discontinuidad entre dos porciones de corteza terrestre a lo largo de las cuales pueden ocurrir movimientos relativos. Los principales tipos de falla conocidos son los siguientes:

1. Falla de Desgarramiento: En este tipo de falla predomina el movimiento horizontal entre las porciones de corteza terrestre, situación que deforma y provoca en el conducto principalmente esfuerzos de tensión o compresión, dependiendo del ángulo de intersección entre la tubería y la dirección de la falla.
2. Falla Normal: Caracterizada por que el movimiento predominante entre las porciones de corteza terrestre es vertical, y la porción sobresaliente se mueve hacia abajo, lo cual básicamente deforma en tensión a las tuberías.
3. Falla Reversa: El movimiento predominante de los bloques de corteza terrestre es vertical, y la porción sobresaliente se mueve hacia arriba, la que deforma básicamente en compresión a las tuberías.

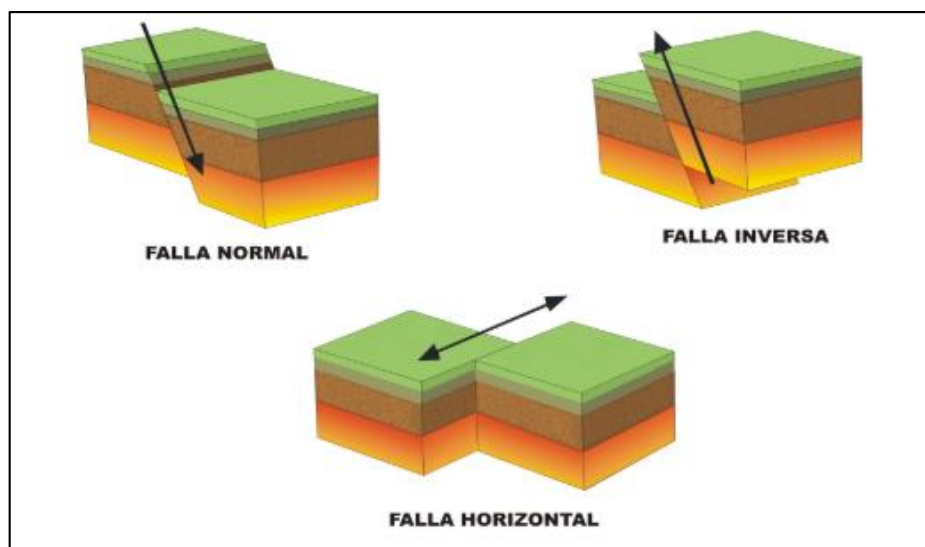


Figura 2: Tipos de fallas

Dentro de las relaciones empíricas establecidas entre la magnitud del sismo y el desplazamiento de la falla esta la expresión formulada por Wells y Coppersmith (1994), tomaron una base de 421 sismos históricos, proponiendo las siguientes expresiones:

$$\log \delta f = -6.32 + 0.90M, \text{ para fallas de desgarramiento}$$

$$\log \delta f = -4.45 + 0.63M, \text{ para fallas normales}$$

$$\log \delta f = -0.74 + 0.08M, \text{ para fallas reversas}$$

Donde:  $\delta f$  = Desplazamiento de la falla en metros.

$M$  = Magnitud de momento del sismo.

Si no es posible determinar el tipo de falla se puede usar alternativamente la expresión:

$$\log \delta f = -4.80 + 0.69M, \text{ para todo tipo de falla}$$

**B. Derrumbes.**- Son masas de suelo en movimiento, ocasionados por las ondas y vibraciones sísmicas. Los diversos tipos de derrumbes están ligados a parámetros como la geometría de deslizamiento, el movimiento y el tipo de suelo. Se pueden clasificar en caídas, derribamientos, deslizamientos, propagación y flujos.

**C. Desplazamiento lateral.**- Causado por licuefacción de suelos, provoca que los suelos pierdan su resistencia al corte debido a las vibraciones

C.1.- Magnitud de movimiento de DPS.- El potencial daño sobre una tubería está relacionado con la magnitud de movimiento, longitud y ancho de la zona de DPS.

Uno de los distintos modelos empíricos propuestos con la finalidad de calcular la cantidad de movimiento de DPS es la expresión propuesta por Bartlett y Youd (1992):

Para condiciones de leve pendiente de suelo:

$$\begin{aligned} \log(\delta + 0.01) = & -15.787 + 1.178M \\ & - 0.927 \log R_d - 0.013R_d + 0.429 \log S \\ & + 0.348 \log T_{15} + 4.527 \log(100 - F_{15}) - 0.922D_{50,15} \end{aligned}$$

Para DPS en cara libre:

$$\begin{aligned} \log(\delta + 0.01) = & -15.787 + 1.178M \\ & - 0.927 \log R_d - 0.013R_d + 0.429 \log Y \\ & + 0.348 \log T_{15} + 4.527 \log(100 - F_{15}) - 0.922D_{50,15} \end{aligned}$$

Donde:

$\delta$  = Desplazamiento horizontal permanente del suelo en metros



$M$  = Magnitud de momento de sismo.

$R_d$  = Distancia epicentral en kilómetros.

$S$  = Pendiente del suelo, en %

$Y$  = Porcentaje de cara libre, en %

$F_{15}$  = Es el contenido promedio de finos en  $T_{15}$ , en %

$D_{50_{15}}$  = Tamaño de grano medio en  $T_{15}$  en milímetros.

$T_{15}$  = Espesor de suelo saturado no cohesivo.

**D. Asentamiento sísmico.**- Son hundimientos provocados por densificación de arena seca, consolidación de arcillas o consolidación de suelos licuefactibles.

Takada y Tanabe (1988) desarrollaron las siguientes expresiones:

Para terraplenes:

$$\delta = \frac{0.11H_1H_2a_{m\acute{a}x}}{N} + 20$$

Para llanos:

$$\delta = \frac{0.30H_1a_{m\acute{a}x}}{N} + 2$$

Donde:

$\delta$  = Asentamiento del suelo en cm.

$H_1$  = Espesor de la capa de arena saturada en m.

$H_2$  = Altura del terraplén en m.

$N$  = Valor N de prueba SPT en la capa arenosa.

$a_{m\acute{a}x}$  = Aceleración del suelo en gals.

### Deformaciones transitorias del suelo (DTS)

Se asocian a la propagación de ondas sísmicas, presentando parámetros de picos de movimiento, velocidades y aceleraciones.

#### **A. Ondas sísmicas.-**

Consideramos 2 tipos de ondas: ondas de cuerpo (propagadas por debajo de la superficie) y ondas superficiales. Las ondas de cuerpo se dividen en 2 tipos: ondas compresionales (ondas P) y ondas de corte (ondas S). Las ondas P se propagan paralelamente al movimiento del suelo mientras que las ondas S lo hacen en forma perpendicular al movimiento del suelo.

#### **B. Relaciones de atenuación.-**

##### **Aceleraciones:**

Young y Silva (1997) plantearon la relación:

Para suelos tipo roca:

$$\ln Y = 0.2418 + 1.414M + C_1 + C_2(10 - M)^3 \\ + C_3 \ln(R_{rup} + 1.7818xe^{0.554M}) + 0.00607H + 0.3846Z_t$$

Para depósitos de suelos profundos:

$$\ln Y = -0.6687 + 1.438M + C_1 + C_2(10 - M)^3 \\ + C_3 \ln(R_{rup} + 1.097xe^{0.617M}) + 0.00648H + 0.3643Z_t$$

Donde:

$Y$  = Aceleración espectral del suelo (g)

$M$  = Magnitud de momento.

$R_{rup}$  : Distancia más cercana a la ruptura de falla.

$H$  : Profundidad en kilómetros.

$Z_t$  : Tipo de fuente.

$C_1, C_2$  y  $C_3$  : Parámetros.

**Velocidades:**

Según Kamiyama (1992)

$$Vm = \begin{cases} 2.879 \times 10^{0.153M} \times AMP(V) & , R_s \leq 10^{0.014+0.218M} \\ \frac{3.16 \times 10^{0.511M} \times AMP(V)}{R_s^{1.64}} & , R_s > 10^{0.014+0.218M} \end{cases}$$

Dónde:

$Vm$  : Velocidad máxima del suelo

$M$  : Magnitud de momento.

$R_s$  : Distancia hipocentral.

$AMP(V)$  : Factor de amplificación del sitio, para roca = 1

**Desplazamientos:**

Gregor (1995) planteo:

Para ondas S debido a una falla de desgarramiento:

$$\log D_m = -5.0 + 1.02M_w - 0.87 \log R_s$$

Donde:

$D_m$  : Desplazamiento máximo del suelo

$M_w$  : Magnitud de momento.

$R_s$  : Distancia hipocentral.

**C. Velocidad de propagación:**

Ondas de cuerpo:

M. O'Rourke (1982) define:

$$C = \frac{C_s}{\text{sen}\gamma_s}$$

Donde:

$C$  : Velocidad de propagación.

$C_s$  : Velocidad de la onda de corte en la superficie.

$\gamma_s$  : Angulo de incidencia con respecto a la vertical.

#### **D. Deformación del suelo y curvatura:**

Newmark (1967) menciona lo siguiente:

$$\varepsilon_g = \frac{V_m}{C} \quad k_g = \frac{A_m}{C^2}$$

Dónde:

$\varepsilon_g$  : Máxima deformación del suelo en tensión y compresión.

$V_m$  : Velocidad máxima horizontal.

$C$  : Velocidad de propagación

$k_g$  : Curvatura máxima del suelo

$A_m$  : Máxima aceleración del suelo

### **2.2.3 Estudio de Fallas en Tuberías**

Las tuberías enterradas que estuvieron sujetas a la imposición de cargas sísmicas traducidas en Deformaciones Permanentes del Suelo (DPS) y Deformaciones Transitorias del Suelo (DTS), presentaron modos de falla que han sido clasificados de acuerdo al tipo de sistema de tuberías en el que ocurrieron para su posterior investigación mediante pruebas de laboratorio y análisis numéricos.

#### **- Criterios y Modos de Falla en Tuberías Continuas**

Se define como sistema de tuberías continuas a aquel conjunto en el cual las uniones presentan alta resistencia y rigidez respecto de las piezas de tubo; entonces ante la imposición de las cargas no experimentan desplazamiento o rotaciones relativas apreciables. Por ejemplo, entre ellas se tiene tuberías de acero con uniones soldadas.

En este tipo de tuberías, el registro de daños sísmicos ha mostrado que las fallas a esperar son las siguientes: fallas por tensión axial, pandeo local, pandeo tipo columna, fallas en las juntas. De las fallas antes mencionadas, la relacionada al pandeo columna sólo reviste importancia cuando las tuberías se encuentren enterradas a una profundidad menor que 1.00 m.

#### a.- Falla por Tensión Axial

Las rupturas de los elementos por tensión axial se encuentran asociadas a la imposición de cargas longitudinales paralelas al eje de la tubería. El comportamiento durante eventos pasados muestra que el tipo de soldadura empleado en la unión de elementos juega un papel importante para el desarrollo de este tipo de falla, reconociéndose diferencias entre las soldaduras en arco a tope, filete, soldaduras con gas, que permiten o no tensiones de fluencias mayores antes de la ruptura. Este hecho se registró en el sismo de Alaska 1964.

La deformación axial establecida como permisible antes de que suceda la falla por tensión ha sido estimada en 4%. Toda vez que los métodos analíticos que describen los efectos post fluencia requieren del comportamiento de la relación esfuerzo – deformación, el modelo más empleado para éste último es el propuesto por Ramberg x Osgood.

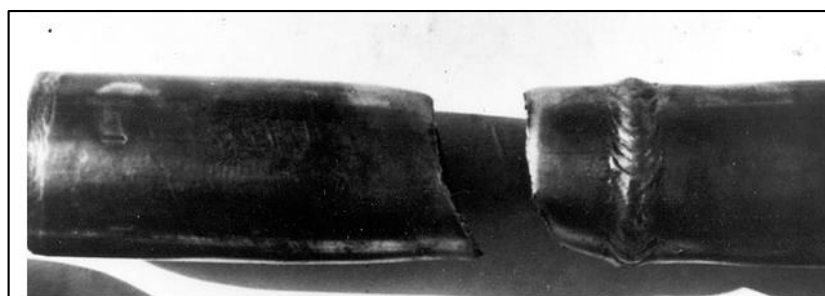


Foto 1: Falla por tensión en las tuberías de un gaseoducto, Alaska 1964

(Fuente: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

#### b.- Pandeo Local

El pandeo local de los conductos puede suceder bajo cargas longitudinales y/o transversales paralelas y perpendiculares al eje respectivamente. Este fenómeno también llamado arrugamiento está vinculado con el espesor de la pared de la tubería, haciéndose cada vez más crítico porque los efectos de las distorsiones

geométricas causadas por la deformación del suelo o la propagación de ondas tienden a concentrarse en ese punto, pudiendo originar rupturas circunferenciales a través de las cuales existirá fuga del fluido transportado.

Sobre la base de pruebas de laboratorio, Hall y Newmark (1977) sugirieron como criterio de falla para el arrugamiento compresional un rango para la deformación crítica:

$$0.15 \cdot t/R \leq \epsilon_{cr} \leq 0.20 \cdot t/R$$

Donde:

$\epsilon_{cr}$ : Deformación crítica

t: Espesor de la pared de la tubería

R: Radio de la tubería

Debe indicarse que el anterior rango presenta valores apropiados para tuberías de espesores delgados y es algo conservador para espesores gruesos.



Foto 2: Falla de pandeo local en sismo de Costa Rica

(Fuente: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

#### c.- Pandeo Tipo Columna

Este fenómeno en los conductos es provocado por la presencia de cargas longitudinales que inducen deformaciones por compresión en el suelo y se

manifiesta cuando las tuberías son superficiales o enterradas a una profundidad menor que 1.00 m, o bien están ubicadas en suelos de muy baja densidad. En tales casos puede ocurrir el pandeo global tipo columna antes que se produzca el pandeo local. Este tipo de falla pudo apreciarse en el sismo de Valle Imperial.

A diferencia del pandeo local, la falla descrita representa mayormente un problema en el abastecimiento inadecuado del fluido y no un corte total del suministro; es por ello que el criterio de falla no puede establecerse en función únicamente de las propiedades del material de la tubería. Diversas investigaciones han asociado parámetros como rigidez flexional, profundidad de entierro e imperfecciones iniciales del tubo; sin embargo por razones prácticas y disponibilidad de información la propuesta más conocida es la efectuada por Meyersohn (1991), quien basó el criterio de falla en que la carga de pandeo es función de la profundidad de cobertura sobre el tubo. De lo anterior determinó una profundidad crítica que resultó al igualar los esfuerzos por pandeo columna con los de pandeo local, estableciéndose que la manera de inducir una falla por pandeo local era colocar la tubería a una profundidad mayor a la crítica.

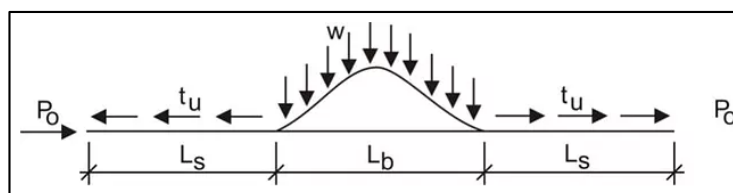


Figura 3: Modelo de Pandeo Columna



Foto 3: Pandeo Columna de tubería de acero del sistema de agua.

(Fuente: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

d.- Fallas en las Juntas

Este tipo de falla está vinculado con las cargas longitudinales y transversales impuestas sobre las tuberías. De acuerdo al registro de daños en conductos, este fenómeno se presentó en el sismo de San Fernando.

El criterio de falla es función del tipo de soldadura empleada. Así para las uniones en tuberías de acero con soldadura tipo arco a tope se basa en la resistencia del material de la tubería; para las uniones con soldadura tipo filete, ribetes o juntas soldadas con oxiacetileno o gas el criterio se basa en la resistencia de esas juntas, que es menor a la del material de la tubería.

Las investigaciones se hicieron en relación al criterio de falla para tuberías con uniones espiga campana con soldadura tipo filete, estableciéndose relaciones de eficiencia en la junta, que se entiende como la comparación de la resistencia en la junta con la resistencia de la tubería, tanto para soldaduras efectuadas dentro y fuera del tubo toda vez que por razones de diámetro, ambos procedimientos de soldadura son necesarios. De ello se estableció que la máxima eficiencia en soldaduras internas es de 0.41 y en soldaduras externas de 0.29. En este último caso se muestra dos modos, el primero se refiere a la fluencia en la vecindad de la conexión soldada, y el segundo modo se refiere al estado plástico de las campanas finales de las juntas. Los valores de eficiencia de las juntas fueron calculados por Tawfik y T. O'Rourke (1985).

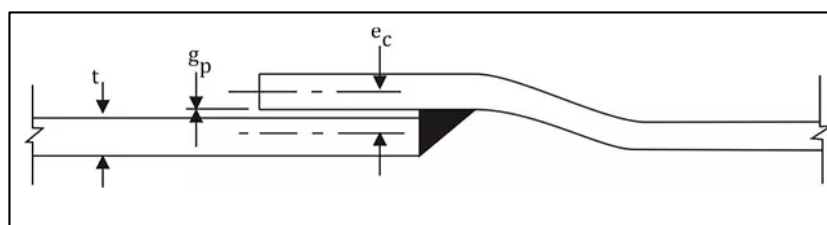


Figura 4: Junta con soldadura filete interna

**- Criterios y Modos de Falla en Tuberías Segmentadas**

Se define como sistema de tuberías segmentadas a aquel conjunto en el cual las uniones presentan baja resistencia y rigidez respecto de las piezas de tubo, entonces ante la imposición de las cargas experimentan desplazamientos o rotaciones relativas apreciables. Por ejemplo entre ellas se tienen las tuberías de hierro colado



con uniones de empaquetadura de caucho, tuberías de concreto, acero, hierro dúctil, asbesto cemento con juntas mecánicas.

En este tipo de sistema de tuberías, el registro de daños sísmicos ha mostrado que las fallas están relacionadas con la deformación en las juntas. Las que se esperan sean las siguientes: separación en las juntas, aplastamiento de juntas y falla flexional circunferencial.

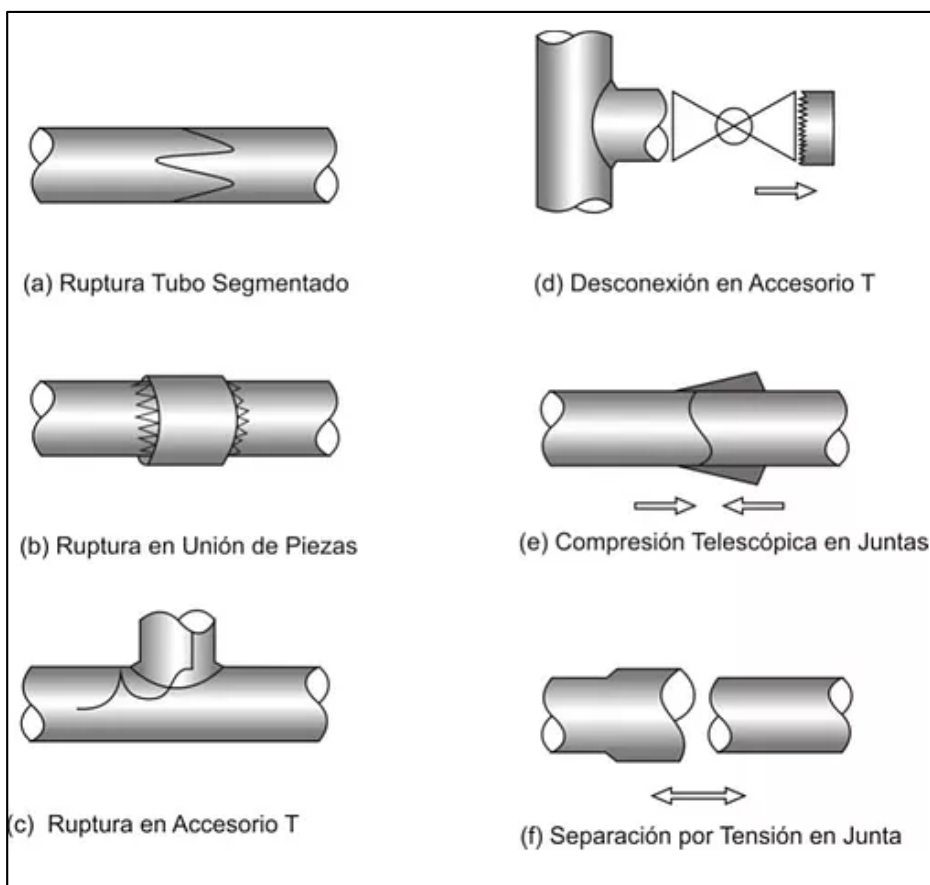


Figura 5: Mecanismo de daño de tuberías segmentadas

#### a.- Separación en las Juntas

Este fenómeno está asociado en su mayoría con las cargas longitudinales, y excepcionalmente con cargas transversales impuestas sobre los conductos. En ocasiones la separación de juntas se presenta en combinación con una rotación relativa de ellas. Este mecanismo de falla se presenta en áreas de deformaciones por tensión del suelo, toda vez que la resistencia al corte de la junta es mucho menor que la resistencia a la tensión de la tubería. Se ha observado este tipo de fallas por ejemplo en los sismos de Tangshan y de Costa Rica.

Para determinar el criterio de falla muchos investigadores efectuaron pruebas de laboratorio tanto para tuberías unidas con juntas rígidas (calafeteo con plomo) como juntas flexibles (empaquetaduras de caucho), estableciéndose como apropiado que el desplazamiento relativo axial debe ser como máximo la mitad de la profundidad de la junta ( $u_{ju} \leq dp/2$ ).



Foto 4: Separación en tubería sistema de abastecimiento de agua

(Fuente: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

#### b.- Aplastamiento de Juntas

Este tipo de falla está vinculada con la imposición de cargas longitudinales. Se presenta normalmente en áreas de deformación por compresión del suelo. Este tipo de falla ocurrió durante los sismos en México y Bhuj.

El criterio de falla aún no se encuentra muy bien establecido, por lo que la información con que se cuenta es aplicable a tuberías de concreto propuesto por Bouabid y M. O'Rourke, tomándose como parámetro la fuerza última de compresión del núcleo de concreto en las juntas según lo siguiente:

$$F_{cr} = \sigma_{comp} \cdot A_c$$

Donde:

$F_{cr}$  : Fuerza ultima de compresión

$F_{comp}$  : Esfuerzo de compresión del concreto.

$A_c$  : Área del núcleo



Foto 5: Aplastamiento junta espiga campana, sismo Bhuj 2001

(Foto: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

#### c.- Falla Flexional Circunferencial

Esta falla está asociada generalmente con las cargas longitudinales, y excepcionalmente con cargas transversales impuestas sobre los conductos. Se presenta en aquellas áreas de curvatura del suelo y en particular en diámetros pequeños. Considerando las curvaturas del suelo que se presentan, los sistemas de tuberías reaccionan mediante un mecanismo combinado de rotación de juntas y flexión en los segmentos de tubería. Este fenómeno se observó en el sismo de Loma Prieta.

En sistemas de tuberías segmentadas con uniones flexibles, el esfuerzo en la tubería aparece después de que se haya excedido la capacidad de rotación de las juntas, que normalmente está en el rango de  $4^\circ$  a  $15^\circ$ , situación que no sucede en los sistemas con juntas rígidas donde desde el inicio existe la combinación de rotación y flexión.

Los criterios de falla corresponden tanto a la rotación de la junta como a los esfuerzos de la tubería debidos a la flexión que se presenta. En el primer caso se ha establecido un criterio de relación entre la rotación de la junta y la fuga, el cual es afectado por un factor de multiplicidad en un rango de 1.1 a 1.5 y no debe exceder la distorsión permisible para las tuberías indicadas en los manuales de los fabricantes.

Respecto del criterio de falla por los esfuerzos que origina la flexión de las tuberías, la curvatura de ésta debe corresponder a la menor de las deformaciones últimas por tensión o compresión del material del conducto.



Foto 6: Falla junta espiga campana debido a flexión, sismo Sumatra 2004

(Foto: Base de Datos U.S. Geological Survey - USGS)

## **2.2.4 Materiales Utilizados en las Instalaciones Sanitarias**

### **2.2.4.1 Tuberías y Accesorios de Agua Potable**

Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- Fierro fundido: ya no se usan en instalaciones interiores por su alto costo y peso elevado.
- Fierro galvanizado: son las de mayor uso junto con las de plástico, por su mayor durabilidad; uso de accesorios del mismo material en las salidas de agua, menor riesgo de fractura durante su manipuleo.
- Acero: para uso industrial o en líneas de impulsión sujetas a grandes presiones.

- Cobre: son las mejores para las instalaciones de agua potable, sobre todo para conducir agua caliente, pero su costo es muy elevado y se requiere mano de obra especializado para su instalación.
- Bronce: solo tiene en la actualidad un uso industrial.
- Plomo: se utilizan en conexiones domiciliarias; han sido dejadas de lado al comprobarse que en determinados caso se destruyan rápidamente por la acción de elementos químicos hallados en el agua; sin embargo aún se utilizan como abastos de aparatos sanitarios.
- Asbesto - cemento: solo se utilizan en redes exteriores.
- Plástico: PVC rígido para conducción de fluidos a presión SAP (Standard Americano Pesado). Estas tuberías se fabrican de varias clases: clase 15 (215 lb/pulg<sup>2</sup>), clase 10(150 lb/pulg<sup>2</sup>), clase 7.5 (105 lb/pulg<sup>2</sup>) y clase 5 (lb/pulg<sup>2</sup>), en función a la presión que pueden soportar. Poseen alta resistencia a la corrosión y a los cambios de temperatura, tienen superficie lisa, sin porosidades, peso liviano y alta resistencia al tratamiento químico de aguas con gas cloro o fluor.

#### **2.4.4.2 Tuberías y Accesorios para Desagüe**

Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- Asbesto - cemento: son muy frágiles por lo que requieren una manipulación cuidadosa, tienen un costo elevado y existe carencia de accesorios en el mercado (solo se atienden bajo pedido); se utilizan para redes externas.
- Arcilla vitrificado: para redes exteriores, no existe producción en gran escala.
- Concreto: para uso exterior, es muy utilizada en tramos rectos sin accesorios.
- Fierro fundido: para uso general en redes interiores y exteriores, tuberías de ventilación. Actualmente han caído en desuso debido a su costo y peso que hacen la instalación más cara y complicada.
- Plomo: para trampas y ciertos trabajos especiales.
- Fierro forjado: para uso industrial.
- Plástico: PVC rígido SAL. Estas tuberías se encuentran en diámetros de 2", 3", 4", 6" y 8"; en longitudes de 3 m para diámetros hasta de 3" y 5 m para

diámetros mayores. Para instalaciones domesticas se suelen utilizar diámetros entre 2 y 4 pulgadas.

#### **2.4.4.3 Comportamiento De las Tuberías ante Fenómenos Sísmicos.**

Analizaremos el comportamiento y diseño de tuberías sometidas a deformaciones transitorias y permanentes del suelo. Se tomara en cuenta características como:

Tipo de suelo: licuefactibles y no licuefactibles.

Sistema de tuberías: continuas y segmentadas.

Material de la tubería.

Tipo de juntas de dilatación: rígidas y flexibles.

Tipo de deformación.

Tipo de análisis.

#### **Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Redes de Tuberías**

Esta evaluación tomara en cuenta 2 aspectos fundamentales:

1.- Riesgo sísmico en la zona estudiada

2.- Comportamiento sísmico de las tuberías.

A la dificultad de predecir, ubicar y cuantificar la intensidad de un sismo, así como los efectos provocados: licuación de suelos, desplazamiento de taludes, movimiento de fallas, se le suma la incertidumbre sobre la calidad de materiales, proceso constructivo, antigüedad de tuberías, dificultando hacer una correcta evaluación sobre la respuesta sísmica del sistema de tuberías.

Sin embargo la evaluación tiene como propósito determinar posibles daños, asi como identificar zonas de riesgo y proponer alternativas para mitigar los impactos.

Los pasos a seguir para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica serán:

1. Definir los objetivos.

2. Evaluar las amenazas.
3. Realizar un inventario de los componentes.
4. Visitar la zona involucrada.
5. Evaluar la vulnerabilidad de los componentes.
6. Desarrollar alternativas de mitigación.
7. Ejecutar el programa de mitigación en orden de prioridad

### **1. Definir los objetivos.**

Prevención y extinción de incendios: Respuesta rápida ante la aparición de incendios, para esto se debe contar con adecuado funcionamiento y suministro de agua en los puntos estratégicos.

Funcionamiento post-sismo: Sera de vital importancia el correcto funcionamiento de las redes de agua en hospitales, albergues, refugios, etc.

Mínimo daño: Lograr restablecer el servicio en corto tiempo, pudiendo así continuar con las actividades principales de la zona: industria, agricultura, etc.

### **2. Evaluar las amenazas.**

Es importante contar con datos geográfico, topográfico, geotécnicos, que puedan brindar información sobre amenazas de licuefacción, inestabilidad de taludes, ubicación de fallas, etc.

### **3. Realizar un inventario de los componentes.**

Se debe conocer las componentes de la red a evaluar, características de las tuberías como material, diámetro, espesor, revestimientos, profundidad; características de las conexiones, materiales, direcciones; existencia de tanques, bombas, plantas de tratamiento. Toda información contendrá planos, fotos, etc.

### **4. Visitar la zona involucrada.**

Visitar prioritariamente aquellas zonas que se consideren con alta probabilidad de daños o aquellas en la que la información recabada sea insuficiente.

**5. Evaluar la vulnerabilidad de los componentes.**

En caso de tuberías se deberá establecer sus niveles de deformaciones actuantes y permisibles, en general conocer el comportamiento de cada parte.

**6. Desarrollar alternativas de mitigación.**

Se determinara deficiencias en diversos aspectos: constructivos, funcionales, de mantenimiento, todo ello implica proponer alternativas de mitigación para minimizar las deficiencias. Por ejemplo podrían plantearse cambio de tuberías, construcción de reservorios adicionales, etc.

**7. Ejecutar el programa de mitigación en orden de prioridad.**

Ejecutar las acciones de planificación, inversión en mejoramiento y mantenimiento. Para ello se debe contar con un "Plan de Mitigación Sísmica"

**2.2.5 Marco Legal**

**Norma Técnica I.S. 010**

**Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones**

**Capítulo I Generalidades**

**Artículo 1°.- Alcance**

Esta Norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente Norma, el ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente.

**Artículo 2°.- Simbología**

La simbología a utilizarse será lo indicado en las Láminas N°1 y N° 2.

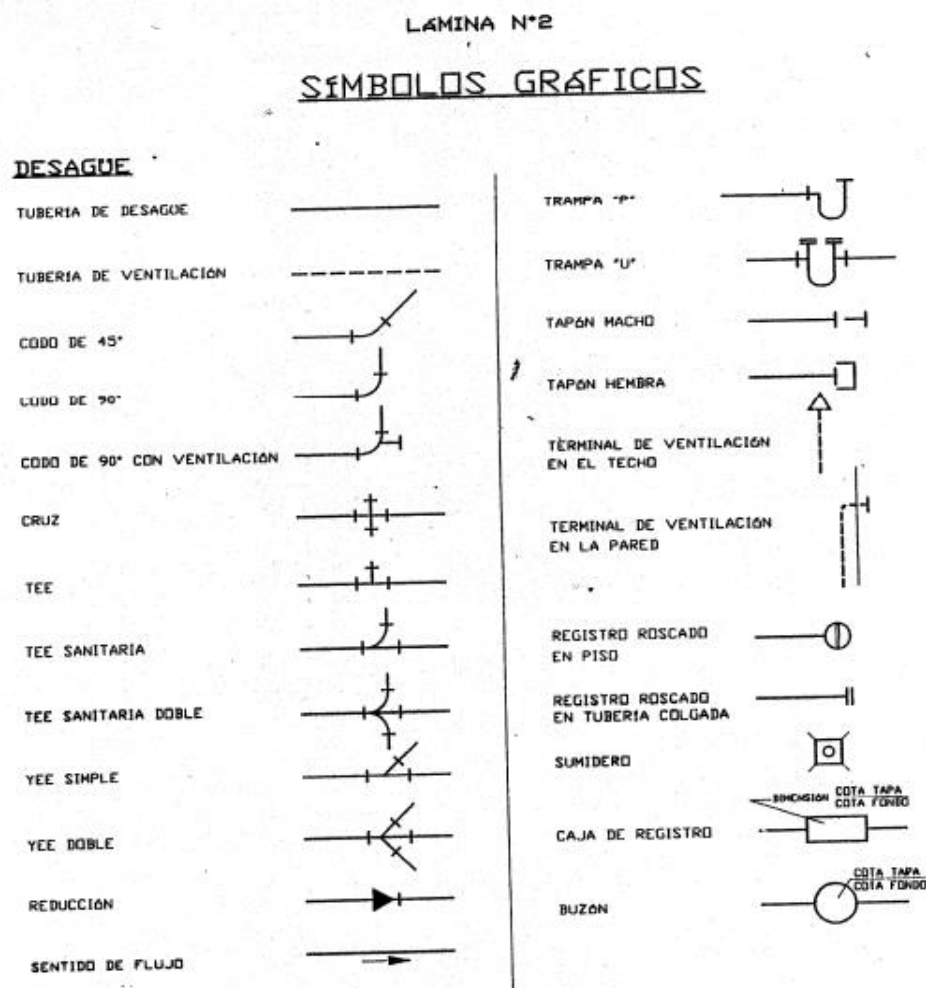


LÁMINA N°1

SÍMBOLOS GRÁFICOS

AGUA:				
MEDIDOR DE AGUA		TAPÓN FEMBRINA		
TUBERIA DE AGUA FRÍA		UNIÓN UNIVERSAL		
TUBERIA DE AGUA CALIENTE		UNIÓN CON BRIDAS		
TUBERIA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE		UNIÓN FLEXIBLE		
TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO		UNIÓN O CONEXIÓN SIAMESA		
CRUCE DE TUBERIAS SIN CONEXIÓN		REDUCCIÓN		
CRUZ		VALVULA DE PASO (MACHO)		
CODO DE 90°		VALVULA DE COMPUERTA		
CODO DE 45°		VALVULA DE GIRON		
CODO DE 90° SUBE		VALVULA DE RETENCIÓN (CHECK)		
CODO DE 90° BAJA		VALVULA DE FLOTADOR		
TEE		VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN		
TEE CON SUBIDA		GABINETE CONTRA INCENDIO		
TEE CON BAJADA		GRIFO DE RIEGO		
TAPÓN MACHO		ASPERSOR DE RIEGO		
		VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN		
		VALVULA DE MARCHA		

Los símbolos gráficos, no incluidos en la Lámina N°1, deben indicarse en los planos del proyecto.



Los símbolos gráficos, no incluidos en la lámina N° 2, deben indicarse en los planos del proyecto.

#### Artículo 4°.- Condiciones Generales para el Diseño de Instalaciones Sanitarias para Edificaciones

a) El diseño de las instalaciones sanitarias de una edificación debe ser realizado y autorizada por un ingeniero sanitario en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que considere oportunamente las condiciones más adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos y todos aquellos elementos que determinan el recorrido de las tuberías, así como el dimensionamiento y ubicación de tanques de almacenamiento de agua, entre otros. b) Las instalaciones sanitarias deben ubicarse en coordinación con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil.

- c) Los aparatos sanitarios deberán instalarse considerando los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, mantenimiento e inspección.
- d) Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen en cada una de las Normas del presente Reglamento.
- e) En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

## **CAPITULO V**

### **Desagüe y Ventilación**

#### **Artículo 20°.- Disposiciones Generales**

- a) El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.
- b) Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.
- c) Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizará mediante caja de registro o buzón de dimensiones y de profundidad apropiadas, de acuerdo a lo especificado en esta Norma.
- d) El diámetro del colector principal de desagües de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.
- e) Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.
- f) Para desagües provenientes de locales industriales u otros, cuyas características físicas y químicas difieran de los del tipo doméstico, deberán sujetarse estrictamente a lo que se establece en el Reglamento de Desagües Industriales vigente, aprobado por Decreto Supremo N° 28-60-S.A.P.L. del 29.11.60, antes de su descarga a la red pública.

g) Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este, no puedan ser descargadas por gravedad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

**Artículo 21°.- Red de Colección**

a) Los colectores se colocarán en tramos rectos.

b) Los colectores enterrados situados en el nivel inferior y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos de 45° con la horizontal. Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0,15m.

c) Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro. La pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores. Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato. El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga. Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular los ramales, montantes y colectores, siempre que sea debidamente fundamentado.

d) Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100 mm (4").

- El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

e) Cuando se requiera dar un cambio de dirección a un montante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la montante se calcularán de la siguiente manera:

- Si la parte inclinada forma un ángulo de  $45^\circ$  o más con la horizontal, se calculará como si fuera un montante.

- Si la parte inclinada forma un ángulo menor de  $45^\circ$  con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado como si fuera un colector con pendiente de 4%

- Por debajo de la parte inclinada, el montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.

- Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desagüe, no requieren aumento de diámetro.

f) Los montantes deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción.

g) Se permitirá utilizar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.

h) Se permitirá el uso de colectores existentes para servir a nuevas construcciones, solamente cuando su inspección demuestre que estén en buenas condiciones y cumplan lo establecido en esta Norma.

i) Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0,05 m, ni mayor de 0,10 m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).

j) Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100 mm (4"), se instalará un registro de 100mm (4") como mínimo. Los registros se ubicarán en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de  $45^\circ$ , hasta terminar a ras con la pared o piso acabado. La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0,10 m.

Se colocará registros por lo menos en:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
- Cada 15 m en los conductos horizontales de desagüe - Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
- Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.
- En la parte superior de cada ramal de las trampas “U”

k) Se instalarán cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15 m de largo como máximo, entamos rectos. Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la siguiente Tabla:

<b>Dimensiones Interiores(m)</b>	<b>Diámetro Máximo(mm)</b>	<b>Profundidad Máxima(m)</b>
0,25 x 0,50 (10" x 20")	100 (4")	0,60
0,30 x 0,60 (12" x 24")	150 (6")	0,80
0,45 x 0,60 (18" x 24")	150 (6")	1,00
0,60 x 0,60 (24" x 24")	200 (8")	1,20

Para profundidades mayores se deberá utilizar cámaras de inspección según la Norma OS.070 “Redes de Aguas Residuales” del presente Reglamento l) Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento del sistema de evacuación del edificio u otro sistema público, será necesario la instalación de interceptores o separadores u otro sistema de tratamiento.

- m) La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores y separadores, estará de acuerdo con el uso respectivo.
- n) Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.
- o) Se instalarán separadores de aceite en el sistema de desagüe de estaciones de servicio, talleres de mecánica de vehículos motorizados y otros edificios,

donde exista el peligro de introducir aceite y otros lubricantes al sistema a la red de aguas residuales, ya sea en forma accidental o voluntaria.

p) Se instalarán interceptores de arena, vidrio, pelos, hilos u otros sólidos en el sistema de desagüe de embotelladores, lavanderías y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de sólidos objetables.

q) Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación en forma similar a otros aparatos sanitarios. El tubo de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 50mm (2") Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos maquinarias o equipos que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

r) Los aparatos sanitarios, depósitos o partes del sistema de agua, con dispositivos que descarguen al sistema de desagüe de la edificación, lo harán en forma indirecta, a fin de evitar conexiones cruzadas o interferencias entre los sistemas de distribución de agua para consumo humano y de redes de aguas residuales. La descarga de desagüe indirecto se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La tubería de descarga se llevará hasta una canaleta, caja, sumidero, embudo y otro dispositivo adecuado, provisto de sello de agua y su correspondiente ventilación.

- Deberá dejarse una brecha o interruptor de aire entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el que no podrá ser menor de dos veces el diámetro de la tubería de descarga.

- Las canaletas, cajas, sumideros, embudos y otros dispositivos deberán instalarse en lugares bien ventilados y de fácil acceso. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando ello sea requerido para seguridad de las personas.

s) No se permitirá descargar los aparatos sanitarios dotados de descarga de desagüe indirecto en ningún otro aparato sanitario

t) Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta:

- Esterilizadores, recipientes y equipos similares de los laboratorios, hospitales y clínicas.

- Refrigeradoras comerciales, tuberías de rebose de tanques y similares, equipos provistos de válvula de alivio o seguridad.

### **2.3. Definiciones conceptuales**

1.- Fenómenos Sísmicos: son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fractura de las rocas en las capas más externas de la corteza terrestre.

2.- Placa Tectónica: es un fragmento de litosfera (que engloba la corteza y parte del manto superior) de la Tierra relativamente rígido que se mueve sobre la astenosfera, una zona relativamente plástica del manto superior.

3.- Deformación axial: Es aquella debida a la aplicación de una carga axial  $F$  y se basa en la ley de Hooke. La cual expresa que la deformación que experimenta un elemento sometido a carga externa es proporcional a esta.

4.- Cohesión: La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas.

5.- Drenaje: cloacas o red de saneamiento, en ingeniería y urbanismo, es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población.

6.- Hidrante: es un equipo que suministra gran cantidad de agua en poco tiempo. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos.

7.- Pandeo: es un fenómeno llamado inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

En ingeniería estructural el fenómeno aparece principalmente en pilares y columnas, y se traduce en la aparición de una flexión adicional en el pilar cuando se halla sometido a la acción de esfuerzos axiales de cierta importancia.



8.- PVC: es la denominación por la cual se conoce el policloruro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono.

9.- Montante: tubería vertical que discurre por los patinillos, huecos o grandes rozas y que une los contadores divisionarios con el techo de la planta que alimenta. Se debe instalar una válvula al final del tubo ascendente, que se denomina válvula de paso, y sirve para cortar el paso del agua en caso de avería. El diámetro de la tubería ascendente se dimensiona en función del tipo de suministro, de la altura entre la calzada y el techo que el tubo ascendente alimenta, y también del tipo de tubería (lisa o rugosa).

10.- Diseño sísmico: El diseño sísmico de edificios, es una parte de la ingeniería sísmica que estudia la conducta de las estructuras y las edificaciones, en relación a las conductas o cargas sísmicas que pueda sufrir. El diseño sísmico de edificios, es implementado en edificaciones, donde el padecimiento de sismos es muy común, y para lo cual se hace un diseño especial que permita a la edificación, estar preparada a sufrir eventuales cargas sísmicas.

## **2.4. Formulación de la Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general.**

Las recomendaciones de diseño mitigaran el impacto de los fenómenos sísmicos en las redes de agua y desagüe de la ciudad de huacho, 2019.

### **2.4.2 Hipótesis específica.**

- Los fenómenos sísmicos influyen significativamente en las deformaciones y fallas en tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Los fenómenos sísmicos están relacionados directamente con el diseño de tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Los fenómenos sísmicos influyen significativamente en los componentes de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.
- Los fenómenos sísmicos se relacionan directamente con los materiales utilizados en las tuberías de las redes de agua y desagüe de la ciudad de Huacho, 2019.

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño Metodológico

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es básica, según Ander - Egg (1977: 33) Las investigaciones básicas son aquellas dirigidas a conocer las leyes generales de los fenómenos estudiados. La finalidad de este tipo de investigaciones se puede enmarcar en la detección, descripción y explicación de las características y/o problemas de determinados hechos o fenómenos que se dan al interior de una sociedad.

#### 3.1.2. Nivel de Investigación

Es de nivel descriptivo, porque “la investigación descriptiva busca especificar las propiedades, las características de las redes de agua y desagüe y los fenómenos sísmicos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.”(Dankee, (1989) cfr. por Hernández, ed. (2003) p.117).

#### 3.1.3. Diseño

El Diseño es no Experimental, Hernández, S.(2003) dice que las investigaciones no experimentales no se generan ninguna situación sino que se observa situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien lo realiza, no es posible la manipulación de variables, ni se pueden influir en ellas porque ya sucedieron igual que su efecto. Es de corte transversal porque los instrumentos seleccionados para las variables en estudio serán utilizados y aplicados en un solo momento único.

### **3.1.4. Enfoque**

El enfoque de la investigación es cuantitativa porque los resultados obtenidos serán presentados en figuras y tablas en forma numérica cuantificada, con cantidades exactas.

Grinnell (1997) citado por Hernández S., Fernández C. y Baptista P. (2003) dicen que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

## **3.2. Población y Muestra**

### **3.2.1. Población**

La población actual del distrito de Huacho es de 63 142 habitantes, para la investigación se ha trabajado con una muestra de 30 personas. Así mismo se ha considerado que el tipo de muestra es no probabilística porque esta direccionado, tiene los siguientes criterios de inclusión: edades de 30 años a 50 años, ambos sexos femenino y masculino, viven en las zonas de la comunidad de Huacho y que son propietarios de viviendas en el distrito.

Para Hernández Sampieri, "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones" (p. 65)

3.3. Operacionalización de variables e indicadores.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escalas y Valores	Niveles y Rango	Instrumento
REDES DE AGUA Y DESAGUE	<p>Redes de agua: Es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos.</p> <p>Redes de desagüe: Son tuberías que permiten la evacuación de las aguas usadas en el predio. Además eliminan los malos olores que puedan existir en los aparatos sanitarios.</p>	Tuberías	Tubería de plástico	1: Nunca 2: A veces 3: Siempre	Interpretación del autor.	Encuesta
			Tubería de concreto			
			Tubería de acero			
			Tee			
			Codos			
			Yee			
		Válvulas	Compuerta			
			Mariposa			
			Check			
			Globo			
		Tanques	Enterrados			
			Superficiales			
			Elevados			
		Bombas	Desplazamiento positivo			
Dinámicas o cambiadoras de impulso						
FENOMENOS SISMICOS	Son fenómenos de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas.	Zonificación sísmica.	Sismicidad global.	1: Nunca 2: A veces 3: Siempre	Interpretación del autor.	Encuesta
			Sismicidad en Perú.			
			Mapa de peligrosidad sísmica.			
		Peligrosidad sísmica.	Intensidad			
			Magnitud			
		Daño sísmico.	Estructural			
			No estructural.			

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.4.1. Técnicas a emplear.**

La técnica que se utilizó para ambos instrumentos es la encuesta, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz.

Carrasco (2007) La encuesta es una técnica para la investigación social por excelencia, debido a su utilidad, versatilidad, sencillez y objetividad de los datos que con ella se obtiene.

#### **3.4.2. Descripción de instrumentos.**

Denominación: Encuesta sobre de condiciones de redes de agua y desagüe en viviendas.

Autor: Elaboración propia.

Objetivo: Medir cual es el estado de las redes de agua y desagüe en el distrito de Huacho, así como también su mantenimiento.

Resultados: Se presentaran en un gráfico de barras de acuerdo a las respuestas en porcentaje.

### **3.5. Técnicas para el procesamiento de la información**

Tabulación, interpretación y análisis de los datos: Los datos obtenidos serán interpretados y analizados en relación al marco teórico de la investigación en el cual se sirvió como sustento y fundamento.

Los resultados obtenidos, se procesarán y tabularán presentándolos en cuadros, tablas de distribución de frecuencias y gráficos, en el programa Excel.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Presentación de Cuadros, Gráficos e Interpretaciones

#### 4.1.1. Resultados de la variable Fenómenos Sísmicos.

Tabla 1: Respuesta de los usuarios del distrito de Huacho, sobre prevención ante fenómenos sísmicos.

FENOMENOS SISMICOS		
NIVELES	Frecuencia	Porcentaje
NUNCA	18	60.0%
AVECES	9	30.0%
SIEMPRE	3	10.0%
Total	30	100.0%

Fuente: Elaboración propia

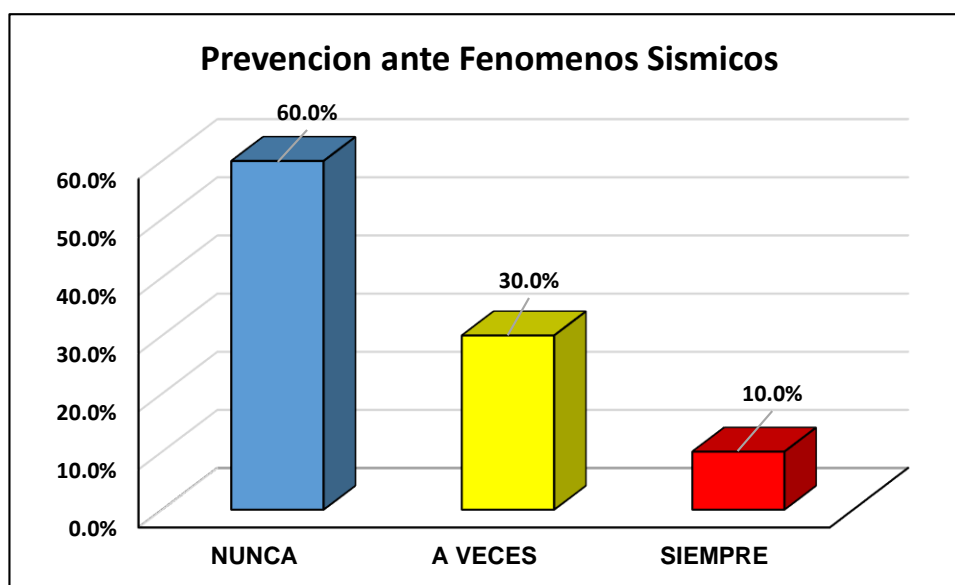


Gráfico 1: Prevensión ante fenómenos sísmicos en el distrito de Huacho.

**Nota: Elaboración propia**

Se realizó una encuesta a **30** usuarios del distrito de Huacho. De los cuales el **60.0%** de los usuarios precisaron que nunca se toman medidas de prevención ante los fenómenos sísmicos. Como también consideran que el **30.0%** de los 30 trabajadores que a veces se da la prevención ante los fenómenos sísmicos y solo una minoría de los usuarios, representado por el **10.0%** precisaron que siempre se realiza la prevención.

#### 4.1.2. Resultados de la variable Redes de agua y desagüe.

Tabla 2: Respuesta de los usuarios ante el mantenimiento de redes de agua y desagüe.

MANTENIMIENTO DE REDES DE AGUA Y DESAGUE		
NIVELES	Frecuencia	Porcentaje
NUNCA	20	66.7%
AVECES	6	20.0%
SIEMPRE	4	13.3%
Total	30	100.0%

Fuente: Elaboración propia

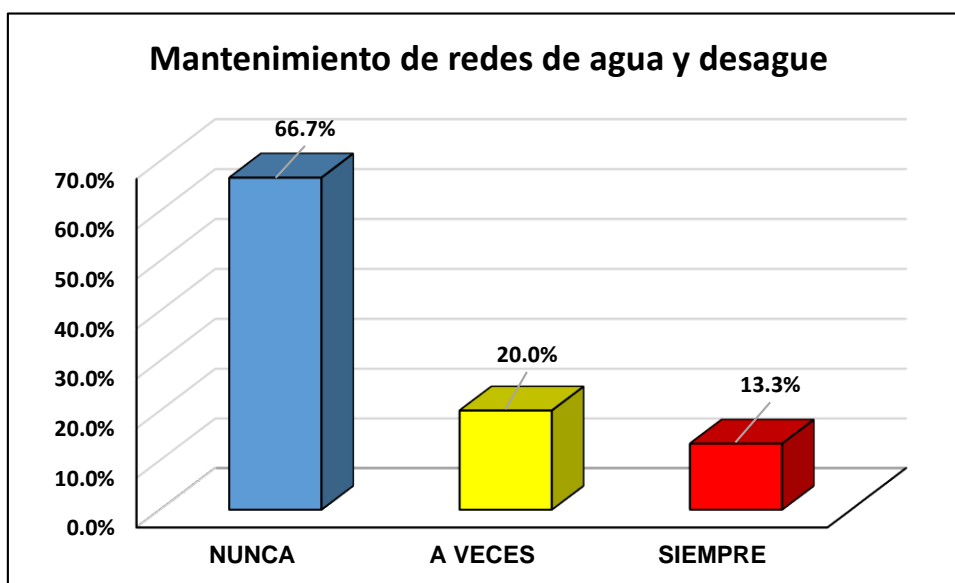


Gráfico 2: Mantenimiento de Redes de agua y desagüe

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una encuesta a **30** usuarios del distrito de Huacho. De los cuales el **66.7%** de los usuarios precisaron que nunca se hizo el mantenimiento de las redes de agua y desagüe. Como también consideran que el **20.0%** de los 30 trabajadores que a veces se dio el mantenimiento y solo una minoría de los usuarios, representado por el **13.3%** precisaron que siempre se realiza el mantenimiento.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y

### RECOMENDACIONES

#### 5.1. Discusión

En esta investigación se realizó una comparación de los resultados con otras investigaciones similares, distinguiendo las variables consideradas o su respectiva relación, destacando aspectos de compatibilidad o discrepancia con los antecedentes y fuentes teóricas citadas en esta investigación.

- Los resultados obtenidos en esta investigación conducen en términos generales a establecer que existe relación entre los fenómenos sísmicos y las redes de agua y desagüe, Huacho – 2019.
- La relación existente es altamente considerable puesto que se pueden producir rupturas, fugas, inundaciones ocasionando pérdidas humanas y materiales incalculables. Debido a ello se recomienda Reubicar el sistema de tuberías por encima del nivel de superficie. En otros casos el aislamiento puede efectuarse mediante perforaciones especiales, para que el sistema sea ejecutado por debajo de la zona de daño. También es posible pensar en cambios de dirección del alineamiento de tuberías respecto de la zona con daño potencial.



## **5.2. Conclusiones**

Los daños ocasionados por un fenómeno sísmico tienen impacto durante y después del mismo. En el primer caso pueden presentarse incendios generalizados, que no puedan ser controlados por la falta de agua ante la ruptura de redes de abastecimiento.

En el Perú hay pocos datos sobre las respuestas de los sistemas de agua ante los fenómenos sísmicos pasados. Además no se le otorga la importancia debida a los planes de mitigación ante estos fenómenos.

Los movimientos sísmicos producen 2 efectos importantes sobre las redes de tuberías. Las deformaciones permanentes del suelo (DPS) como deslizamientos, licuefacciones, caída de rocas, asentamientos; y las deformaciones transitorias del suelo (DTS) como consecuencia de las ondas sísmicas.

Las fallas en las tuberías se dividen en dos grupos: el primero de tuberías continuas que poseen juntas rígidas presentando principalmente fallas por tensión axial, pandeo local y pandeo tipo columna; el segundo conformado por tuberías segmentadas que poseen juntas flexibles en las que se presenta falla como separación de juntas, aplastamiento, etc.

La metodología de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las redes de tuberías implica la recopilación de datos con el objetivo de elaborar un plan de mitigación y respuesta ante un fenómeno sísmico.

El estudio ha permitido enunciar algunas recomendaciones a ser tomadas en cuenta en el diseño sísmico de tuberías referentes a: trazado de líneas, aislamiento de zonas con daño potencial, uso de tuberías de alta resistencia, disminución de cargas, material de las tuberías, buenos accesorios.

### 5.3. Recomendaciones

#### 1. Trazado de líneas.

Esta recomendación se implementa en la fase de diseño. El trazo de la tubería debe evitar zonas susceptibles a grandes movimientos de suelo.

#### 2. Aislamiento en las zonas con daño potencial.

Cuando el trazo o replanteo de las tuberías no es posible, y el sistema debe necesariamente cruzar zonas con potencial daño, es necesario considerar alguna de las posibilidades:

Reubicar el sistema de tuberías por encima del nivel de superficie

En otros casos el aislamiento puede efectuarse mediante perforaciones especiales, para que el sistema sea ejecutado por debajo de la zona de daño.

También es posible pensar en cambios de dirección del alineamiento de tuberías respecto de la zona con daño potencial.

#### 3. Tuberías de materiales de alta resistencia.

Se espera un mejor comportamiento cuando se usan piezas con materiales de un alto esfuerzo de fluencia, adicionalmente se recomienda un buen espesor de las paredes de la tubería.

#### 4. Reducción de las cargas.

Disminuir hasta donde sea posible la profundidad de la tubería.

Usar materiales de relleno con bajo peso específico.

Emplear revestimiento en las tuberías con el fin de reducir la fricción entre la tubería y el suelo.

#### 5. Tuberías y conexiones flexibles.

Los datos recopilados muestran que el uso de tuberías flexibles y uniones flexibles se comportan mejor ante las DPS y DTS.

#### 6. Accesorios.

Se debe minimizar la cantidad de accesorios como curvas, codos, tees, válvulas, etc.; ubicados en la zona de riesgo.

## CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 6.1 Fuentes Bibliográficas

Suarez Guerrero (2014). *Análisis y diseño de tanques y tuberías enterradas bajo cargas sísmicas*. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Bautista Tadeo (2010). *Afectación al suministro de agua de las redes de tuberías de distribución ante un sismo*. Tesis para optar al grado de maestro en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

Alberto Hernández (2016). *Impacto sísmico en sistemas de agua potable urbanos*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Autónoma de México.

Santillán Herrera, (2011). *Conductos enterrados: comportamiento sísmico y recomendaciones de diseño*. Tesis para optar al grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería estructural. Universidad Nacional de Ingeniería.

Rentería Vidaurre, (2014). *Diseño de metodología para el análisis de flexibilidad en sistema de tuberías*. Tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Castro Ortega, (2015). *Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja – Junín*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.

Jesús A. (2010). *Los elementos del diseño en tubería y su soldadura*.

Juan G. Saldarriaga V. (1988). *Hidráulica de tuberías*. Editorial AlfaOmega

### 6.2 Fuentes Electrónica

<http://hablemosdeinstalaciones.com/disenio-de-tuberias/>

<https://www.cosanher.com/single-post/2015/08/27/ESTUDIO-DE-FALLAS-EN-TUBER%C3%8DAS>

<https://www.aimplas.es/blog/causas-de-fallo-en-tuberias/>

<https://es.scribd.com/doc/79685083/Fallas-en-Tuberias>

<https://www.hidrotec.com/blog/tipos-de-tuberias-de-agua/>

<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Causas-caracteristicas-e-impactos.html>

<http://www.funvisis.gob.ve/old/archivos/www/terremoto/Papers/Doc033/doc033.htm>

<https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad-sismica.html>


<https://arquitexto.com/2011/06/la-vulnerabilidad-el-riesgo-sismico/>

<https://www.upo.es/upotec/catalogo/energia-y-medioambiente/estudio-de-la-peligrosidad-vulnerabilidad-riesgo-s/>

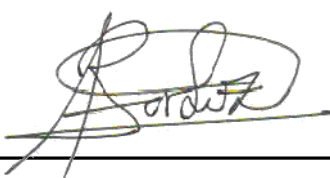
**ANEXOS**

Matriz de consistencia

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escalas y Valores	Niveles y Rango	Instrumento
REDES DE AGUA Y DESAGUE	<p>Redes de agua: Es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos.</p> <p>Redes de desagüe: Son tuberías que permiten la evacuación de las aguas usadas en el predio. Además eliminan los malos olores que puedan existir en los aparatos sanitarios.</p>	Tuberías	Tubería de plástico	1: Nunca 2: A veces 3: Siempre	Interpretación del autor.	Encuesta
			Tubería de concreto			
			Tubería de acero			
			Tee			
			Codos			
			Yee			
		Válvulas	Compuerta			
			Mariposa			
			Check Globo			
		Tanques	Enterrados			
			Superficiales			
			Elevados			
		Bombas	Desplazamiento positivo			
			Dinámicas o cambiadoras de impulso			
FENOMENOS SISMICOS	Son fenómenos de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas.	Zonificación sísmica.	Sismicidad global.	1: Nunca 2: A veces 3: Siempre	Interpretación del autor.	Encuesta
			Sismicidad en Perú.			
			Mapa de peligrosidad sísmica.			
		Peligrosidad sísmica.	Intensidad			
			Magnitud			
		Daño sísmico.	Estructural			
			No estructural.			



**Mg. GARCIA ALOR LUCIANO AMADOR**  
Presidente



**Ing. AGUIRRE ORTIZ ROMAN**  
Secretario



**Mg. CHINGA CAMPOS MARCO LUIS**  
Vocal



**Ing. BERNAL VALLADARES CARLOS ENRIQUE**  
Asesor