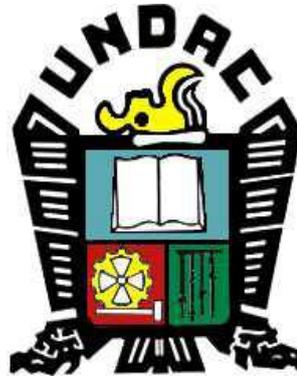


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**Análisis técnico – económico del uso de aisladores sísmico del  
Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor: Bach. Jean Paul Florencio MINAYA EUFRACIO**

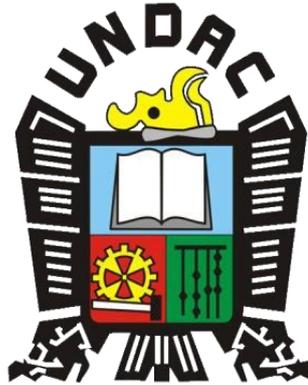
**Asesor: Ing. Pedro YARASCA CORDOVA**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis técnico – económico del uso de aisladores sísmico del  
Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
PRESIDENTE**

---

**Mg. José Germán RAMÍREZ MEDRANO  
MIEMBRO**

---

**Ing. Eder Guido ROBLES MORALES  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres que con todo su esfuerzo y dedicación supieron sacarme a mí y a mi hermano adelante.

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación es realizado con el fin de comparar diferentes aspectos técnicos y económicos utilizando aisladores sísmicos en el hospital Daniel Alcides Carrión de cerro de Pasco. Para este proyecto se ha realizado el análisis modal espectral y el diseño de diferentes componentes de la estructura en diferentes modelos.

Se analizará el diseño de la estructura del edificio propuesta en la tesis usando la norma vigente de diseño sismorresistente, luego se realizará una comparación estructural y económica. El edificio es de diversos niveles, se encuentra ubicado en el distrito de Yanacancha, en la ciudad de Pasco y el terreno sobre el cual se cimentará la estructura tiene una buena capacidad portante. Además, El sistema estructural está conformado por muros, columnas y vigas de concreto armado, las losas de techo son aligerados convencionales y losas macizas los cuales pueden considerarse como diafragmas rígidos. El análisis sísmico se hizo mediante un modelo pseudotridimensional de la estructura en el programa SAP2000. El modelo planteado tiene tres grados de libertad por piso y el sistema estructural predominante en ambas direcciones es de muros de concreto armado que permiten controlar los desplazamientos laterales.

**Palabras Clave:** técnico, económico, comparación, acero, concreto, aislamiento, sismo, comportamiento, análisis, estructura.

## **ABSTRACT**

This research project is carried out in order to compare different technical and economic aspects using seismic insulators at Daniel Alcides Carrión hospital in Cerro de Pasco. For this project the spectral modal analysis and the design of different components of the structure in different models have been carried out.

The design of the structure of the building proposed in the thesis will be analyzed using the current standard of earthquake-resistant design, then a structural and economic comparison will be made. The building is of various levels, it is located in the district of Yanacancha, in the city of Pasco and the land on which the structure will be built has a good bearing capacity. In addition, the structural system consists of reinforced concrete walls, columns and beams, the ceiling slabs are conventional lightened and solid slabs which can be considered as rigid diaphragms. The seismic analysis was done using a pseudotridentimensional model of the structure in the SAP2000 program. The proposed model has three degrees of freedom per floor and the predominant structural system in both directions is reinforced concrete walls that allow controlling the lateral.

**Keywords:** technical, economic, comparison, steel, concrete, isolation, earthquake, behavior, analysis, structure.

## INTRODUCCION

A través de los años, el Perú está signado por una cadena de movimientos telúricos que han dejado una historia de drama y dolor.

Nuestro país, está ubicado dentro del “Cinturón de Fuego” y casi al borde del encuentro de dos placas tectónicas. La Sudamericana y la de Nasca, las que como explican los especialistas, alternan entre ellas, produciéndose un efecto llamado de subducción, el que ha provocado en los últimos años un gran número de sismos de gran poder destructivo en la parte occidental de nuestro territorio. Los sismos locales y regionales tienen su origen en la existencia de fallas geológicas locales. Estos movimientos telúricos son de menor magnitud, pero al producirse muy cerca de la superficie, han tienen un gran poder destructor.

El terremoto más destructivo en la historia peruana se produjo en mayo de 1970, el cual causó alrededor de 70,000 víctimas, entre muertos y desaparecidos, en su mayor parte en el departamento de Ancash. Lima tiene una larga historia de sismos. El más grande terremoto fue el de 1746. De 3 000 casas existentes en la ciudad, sólo quedaron 25 en pie. En el puerto del Callao, debido al tsunami ocurrido después del sismo, de un total de 4 000 personas sólo sobrevivieron 200. Otro terremoto importante ocurrió en 1940, de 8,2 grados Richter, causó 179 muertos y 3 500 heridos.

A través de toda la información de que se dispone y que cubre un período de más de cuatrocientos años, los sismos han dejado en el Perú un saldo trágico aproximado de ochenta mil muertos, decenas de millares de heridos y una destrucción material valuada en el orden de decenas de miles de millones de soles.

En el futuro es de esperar que los efectos de los sismos se reduzcan a un mínimo. Las construcciones de concreto armado y ladrillo están paulatinamente reemplazando a las de adobe en casi todas las principales ciudades del Perú, dejando de lado las ornamentaciones, a la vez que se contemplan códigos de construcción.

Cuando hablamos de sismos, el ingeniero civil como parte de su profesión tiene una de las alternativas con el fin de disminuir sus efectos el uso de los disipadores o aislamientos sísmicos, es por ello que en la presente tesis se determinará y analizará los aspectos técnicos y económicos en relación al uso de este material.

## INDICE

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
	1.3.1.Problema general .....	2
	1.3.2.Problemas específicos .....	2
1.4.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	4
	1.4.1.Objetivo general .....	4
	1.4.2.Objetivos específicos .....	4
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	6
2.2.	BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	10
	2.2.1.Teoría de aislamiento sísmico .....	10
	2.2.2.Propiedades del concreto armado .....	14
	2.2.3.La Sismicidad en el Perú y los cambios en las normas .....	17
	2.2.4.Normas técnicas a usar .....	19
	2.2.5.Materiales empleados .....	19
	2.2.6.Método de diseño.....	20
	2.2.7.Criterios de estructuración .....	20
	2.2.8.Dimensiones adoptadas para la estructura .....	21
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	22
	2.3.1.Procedimiento .....	22
	2.3.2.Proceso .....	22
	2.3.3.Normas.....	23
	2.3.4.Normalización.....	23
	2.3.5.Certificación .....	23
	2.3.6.Proyecto de construcción .....	23
	2.3.7.Ingeniería estructural.....	24
	2.3.8.Vulnerabilidad .....	24

2.3.9. Sismo .....	25
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	26
2.4.1. Hipótesis general .....	26
2.4.2. Hipótesis específicas.....	26
2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	26
2.5.1. Variable dependiente .....	26
2.5.2. Variable independiente .....	26
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	27

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	28
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	28
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	28
3.4.1. Población .....	28
3.4.2. Muestra .....	28
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	28
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	29
3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	30
3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN. ....	30
3.8.1. Descripción del proyecto .....	30
3.8.2. Ubicación .....	31
3.8.3. Parámetros urbanísticos y edificatorios:.....	32
3.8.4. Descripción De Las Edificaciones Existentes .....	35
3.8.5. Componentes de la volumetría y su relación con el entorno. ....	36
3.8.6. Entorno Urbano .....	37
3.8.7. Criterios de diseño.....	38
3.8.8. Esquema idea del proyecto .....	41
3.8.9. Programa médico arquitectónico .....	44
3.8.10. Circulaciones.....	47
3.8.11. Diferencia de la norma 2016 con la anterior .....	57
3.8.12. Zonificación .....	60
3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA .....	62

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	63
4.1.1. Bases de cálculo y diseño .....	63
4.1.2. Parámetros de Diseño.....	63
4.1.3. Modelo de la estructura.....	63
4.1.4. Modelo lineal del sistema de aislamiento .....	64

4.1.5. Modelo no-lineal del sistema de aislamiento .....	64
4.1.6. Verificación Experimental .....	65
4.1.7. Factor de reducción de respuesta y cortes de diseño .....	65
4.1.8. Sismo de diseño y sismo máximo posible .....	66
4.1.9. Desplazamientos de diseño y máximo .....	66
4.1.10. Desplazamiento total de diseño y total máximo .....	67
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	67
4.2.1. Descripción de la estructura .....	67
4.2.2. Definición del sistema de aislamiento .....	67
4.2.3. Consideraciones básicas en juntas e interfases de instalaciones .....	69
4.2.4. Prediseño del Sistema de Aislamiento Espectro de diseño y máximo .....	70
4.2.5. Prediseño de los aisladores .....	71
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS FUERZAS AXIALES .....	74
4.3.1. Rigidez .....	78
4.3.2. Resistencia .....	81
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	82
4.4.1. Costos de la Edificación .....	82

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXO**

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Identificación y determinación del problema

La localización del Perú en el "Círculo de Fuego del Océano Pacífico" lo convierte en una zona de alto potencial sísmico, por eso no debe extrañar que ocurran más sismos de grandes proporciones en el futuro, ya que el Perú integra el Círculo de Fuego del Océano Pacífico, que concentra el 85% de la actividad sísmica mundial. Dos placas afectan nuestra costa: la de Nazca y la Continental y su fricción provoca el fenómeno

¿Es necesario el uso de aisladores sísmicos para disminuir los efectos de los sismos? Estos sistemas se colocan entre la subestructura y la superestructura de edificios, puentes y también en algunos casos, en la misma superestructura de edificios, y permiten mejorar la respuesta sísmica aumentando los periodos y proporcionando amortiguamiento y absorción de energía adicional, reduciendo sus deformaciones según sea el caso.

En el terremoto como el de Chile del 2010, se hizo un análisis de los daños en hospitales, daños estructurales, no estructurales y tiempos de recuperación. Fueron afectados 130 hospitales (71% de todos los hospitales del país), de los cuales 4 fueron totalmente inhabitables, 12 tuvieron pérdidas en más del 75% de su funcionalidad, 8 operaron sólo parcialmente luego del terremoto y 62% requirieron reparaciones. Los daños fueron estimados en US\$2.800 millones, mostrando que es necesario reducir la vulnerabilidad de edificios de importancia estratégica para afrontar desastres.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Para casos de estructuras como hospitales, se toman en cuenta cargas sísmicas mayores en el diseño con el fin de disminuir los daños, aun así, en muchos casos se producen daños importantes en elementos no estructurales y en las capacidades de prestación de servicios.

Los sismos nos limita predecir la magnitud y aceleraciones cambiantes en cada año, la dificultad de poder controlar los movimientos como uso de diferentes sistemas constructivos. Estas generan cambios de normas estructurales cada cierto tiempo.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

- ¿Es necesario técnica y económicamente el uso de Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las fuerzas axiales en la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?

- ¿Cuál es la Rigidez de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?

- ¿Cuál es la Resistencia de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?

- ¿Cuál es el costo de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar técnica y económicamente el uso de Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar las fuerzas axiales en la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- Analizar la Rigidez de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- Analizar la Resistencia de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- Analizar el costo de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco

## **1.5. Justificación de la investigación**

Es necesario conocer la justificación técnica y económica del uso de aisladores sísmicos, considero como nuevas técnicas constructivas para disminuir el efecto de los sismos en la industria de la construcción.

Además, es Conocer un poco más de las normas de diseño sismorresistente con la finalidad de realizar los diseños sostenibles de las edificaciones, además podremos Conocer los nuevos cambios de la norma E030 y aplicarlos en el diseño de estructuras, Conocer el porque es necesario cambiar las normas cada cierto tiempo y además de Conocer las diferencias con la norma anterior.

Como bien sabemos el factor Z que está en todos los reglamentos del mundo lo que hace es describir la aceleración que tendría. Ante era en roca ahora ya no es en roca, sino en suelo bueno, como es notorio hay un cambio fuerte con la norma anterior en el Valor de Z donde representa la aceleración que nos visita cada quinientos años en suelo bueno, y si queremos pasar a la roca ahí está la novedad tenemos que multiplicar por 0.8.

La evaluación estructural se requiere para investigar la capacidad de estructuras existentes ante sollicitaciones nuevas o existe incertidumbre en su estructura. Su importancia se basa en:

- Edificios existentes que cambian de uso
- Edificios antiguos sin disponibilidad de planos
- Edificios que han soportado sismos (informes post sismo)
- Asesoría a clientes e inversionistas en la evaluación de edificaciones existentes, respecto a la seguridad estructural.
- Evaluación estructural de edificaciones existentes para contemplar su estado respecto a las normas vigentes.
- Visitas a las edificaciones existentes y solución a problemas en obras.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Los límites de esta investigación son:

- Vulnerabilidad sísmica
- Estructuras de Viviendas
- Estructuras de Puentes
- Estructuras Especiales

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

Comparación Estructural Y Económica De Edificio De 7 Pisos Ante Cambio De La Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Autor: Maycol Hector Leon Ingaruca

El presente trabajo tiene como referencia la tesis que lleva el título “Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores” desarrollada por el tesista Gabriel Moyano Rostworowski en el año 2016, esta tesis abarca el análisis y diseño estructural de una edificación usando la norma sismorresistente NTE.030 aprobada en el año 2003 y vigente hasta enero del año 2016 donde entra en vigencia la nueva norma técnica NTE.030. Se analizará y diseñará la estructura del edificio propuesta en la tesis referencial usando la norma vigente de diseño sismorresistente, luego se realizará una comparación estructural y económica. El edificio tiene estacionamientos ubicados en la primera planta, una cisterna cuyo acceso se encuentra en el primer nivel, entre los niveles dos y siete se encuentran los espacios destinados a oficinas con su respectiva área de servicios higiénicos. El edificio es de siete pisos, se encuentra ubicado en el distrito de Miraflores, en la ciudad de Lima y el terreno sobre el cual se cimentará la estructura tiene una buena capacidad portante de  $4.00 \text{ kg/cm}^2$ . El sistema estructural está conformado por muros, columnas y vigas de concreto armado, las losas de techo son aligerados convencionales y losas macizas los cuales pueden considerarse como diafragmas rígidos. El análisis sísmico se hizo mediante un modelo pseudotridimensional de la estructura en el programa Etabs

9.7.4. El modelo planteado tiene tres grados de libertad por piso y el sistema estructural predominante en ambas direcciones es de muros de concreto armado que permiten controlar los desplazamientos laterales del edificio. La estructura se diseñará y analizará cumpliendo los requisitos de la norma actual de diseño sismorresistente NTE.030, y calculando la resistencia de los elementos de concreto armado según la norma NTE.060. La comparación de resultados en cuanto a la estructura será sobre parámetros sísmicos, periodos, cortante basal, desplazamientos, junta sísmica, fuerzas internas en un elemento estructural representativo (viga, columna y placa). Se realizará el metrado, según las especificaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), de todos los elementos de concreto armado de la estructura diseñada con la norma sismorresistente del 2003 y del 2016, se asignará un precio común a cada partida y realizaremos la comparación económica.

Donde concluye:

- Para fines comparativos, se respetó el pre dimensionamiento realizado en la tesis que tomamos como referencia “Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores” (Moyano, 2016), con lo cual las secciones de los elementos estructurales, con excepción de la cimentación, fueron suficientes para cumplir con los requisitos de rigidez y resistencia de la estructura.
- Al realizar el análisis sísmico de la edificación con la norma sismorresistente vigente, se verificó que la deriva máxima fue de 0.0038 el cual se encuentra por debajo del límite permisible que exige la norma de 0.007; por otro lado, se verificó que con las nuevas condiciones que exige la norma técnica E.030 vigente, no

existe ningún tipo de irregularidad en altura ni en planta en la estructura.

- La cortante basal que se obtuvo realizando el análisis dinámico fue menor que el 80% de la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis estático, por lo tanto se escaló las fuerzas internas por 1.10 y 1.06 en las direcciones XX e YY respectivamente.
- El parámetro sísmico que tuvo mayor influencia en nuestro análisis, por la variación que presentó con respecto a la norma NTE E.030, fue el factor de zona (Z), paso de tener un valor de  $Z=0.40$  a  $Z=0.45$  lo cual representa un incremento de 12.5%. Este valor incidió en el espectro de análisis de la estructura, dando como resultado el incremento de las fuerzas internas y con ello un nuevo diseño de la estructura de concreto armado.
- La norma NTE E.030 vigente incorporó el parámetro TL que básicamente es para analizar estructuras con periodos de vibración considerados muy largos, mayores a 2.5 segundos, este parámetro no tuvo participación en el estudio de nuestra edificación ya que el periodo en ambas direcciones de análisis fue menor a 2.5 segundos.
- La junta sísmica reglamentaria pasó de ser 5.5 cm a ser 7.0 cm, esto debido a que la expresión para el cálculo de la distancia mínima entre edificaciones, en función de la altura, se vio modificada en la norma técnica E.030 vigente ( $0.006h$ ). Para nuestra edificación, esta expresión representa la distancia más crítica y fue usada para el cálculo de la junta sísmica. Con esto se

puede observar que, teniendo una misma altura de edificación, la actual norma sismorresistente presenta una mayor exigencia en el tema de juntas sísmicas.

## Diseño De Un Edificio De Departamentos De Siete Pisos Con Muros De Concreto Armado

Autor: María Virginia Villegas González

Se ha desarrollado el diseño estructural de un edificio de concreto armado de departamentos, destinados a vivienda. El edificio es de siete pisos, con dos departamentos por piso. Se encuentra ubicado en el distrito de Jesús María, Lima. El terreno de cimentación corresponde a una grava con un esfuerzo admisible de 3 kg/cm<sup>2</sup> a 1.50 m de profundidad. El edificio está estructurado sobre la base de muros de concreto armado en la dirección transversal (y-y), y muros de ductilidad limitada en la dirección longitudinal (x-x). El techo se ha resuelto con viguetas pre fabricadas de la marca Firth de h=17 cm y en el sector de los baños y hall de ascensores se ha considerado losas macizas de h=17 cm. de espesor. Se ha considerado para la tabiquería, el ladrillo sílico calcáreo de 10, 12 y 15 cm. de espesor. Se han utilizado vigas chatas en las zonas de vanos, principalmente porque el proyecto considera construir los dinteles con el sistema Drywall y porque la rigidez ofrecida por los muros de concreto, es suficiente para cumplir el requerimiento de obtener derivas laterales menores a 0.005 en la dirección longitudinal y 0.007 en la dirección transversal. Finalmente, se ha considerado un sistema de cimientos corridos armados, para que éste trabaje en conjunto. El análisis y diseño se han realizado de acuerdo a los requerimientos de las Normas NTE-0.20: (Cargas), NTE-0.30 (Diseño

Sismorresistente), NTE-0.50 (Suelos y Cimentaciones) y NTE-0.60 (Concreto Armado) y de acuerdo a las Especificaciones Normativas para el Diseño en Concreto Armado en el caso de Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Se han realizado los dos métodos de Análisis Sísmico contemplados en la Norma Peruana NTE-0.30 (Diseño Sismorresistente), Análisis Estático y Análisis Dinámico; y se han comparado entre sí sus resultados. Por último, con el objetivo de conocer el cociente del peso del acero de refuerzo entre el área techada ( $\text{kg/m}^2$ ) y el cociente del acero de refuerzo entre el cubicaje de concreto, para este edificio con muros de espesor reducido, se presenta su metrado.

#### Donde Concluye:

Se ha cumplido holgadamente con uno de los requisitos importantes que condicionan el diseño del edificio. Las derivas máximas, medidas en el centro de masas, en las dos direcciones principales están por debajo de lo permitido en la Norma, ello, debido a la gran rigidez que le aportan los muros en las dos direcciones. De esta manera, no fue necesario aportar rigidez, peraltando las vigas. Se peraltó unas vigas intermedias por concentraciones de esfuerzo, mas no por falta de rigidez lateral.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Teoría de aislamiento sísmico**

Los aisladores sísmicos son elementos que se colocan en la base de las estructuras de manera que el movimiento originado por fuerzas telúricas no afecte en una gran medida a la construcción. Análogamente, los disipadores sísmicos, se colocan en los laterales de la estructura, donde

al producirse movimiento, sus propiedades viscosas retienen el movimiento hasta volverlo inofensivo para la estructura. Si bien es cierto, la inclusión de los aisladores no es obligatoria, sin embargo, esto representa un extra para ciertas entidades o clientes que estén dispuestos a invertir un poco más de presupuesto para implementarlos. Cabe destacar que en caso de un sismo importante, un edificio que no esté aislado puede sufrir daños estructurales cuya reparación no es barata, sin mencionar los daños no estructurales como objetos en el interior de la estructura que se pueden perder, por lo cual la opción de los aisladores se torna aún más atractiva. Siendo lo más reciente en tecnología sismorresistente que se puede obtener en el mercado peruano, están los dos modelos más utilizados entre las empresas: Disipadores sísmicos viscosos y aisladores sísmicos elastoméricos. Y sobre estos últimos se propondrá el modelo para ambas estructuras en esta tesis

En la siguiente imagen se ve el tipo de aislador que se usará en la estructura planteada en la presente tesis, este está compuesto por láminas de acero, las que proveen al aislador de resistencia suficiente para poder soportar el peso de la estructura intercaladas con láminas de goma, implementadas para que al deformarse puedan ser lo suficientemente flexibles para tomar los desplazamientos que debería tomar la estructura debido al sismo. Estas láminas rodean a un núcleo hecho de plomo y en los extremos superiores e inferiores están provistos de placas de anclaje. El modo el cual funciona esta clase de aislador se asemeja bastante a un acordeón, de modo que posea una gran rigidez

en el plano que soportara las fuerzas verticales, pero siendo muy flexible en el plano de las fuerzas laterales. A su vez, se destaca que este tipo de aislador trabaja de una mejor manera cuando son sometidos a compresión. De tener tracciones significativas, mayores al 5% de su capacidad en compresión, existe una gran posibilidad que el aislador falle.



Ilustración 1: Aislador planteado en Tesis

Antes de explicar las propiedades de los aisladores, se propondrá una comparativa en el plano estructural respecto a una estructura sin aislamiento y otra con dicho sistema. Un primer punto a tratar viene a ser el de la ductilidad que tiene la estructura; mientras que el modelo aislado no deberá fijarse mucho en ese aspecto (debido a que la ductilidad será proporcionada por el sistema de aislamiento), la estructura simple deberá disponer de una amplia ductilidad para poder tomar las fuerzas de sismo. Se recalca que una amplia ductilidad se traduce como daño en la estructura a medida que se avanza en la curva de esfuerzo-deformación.

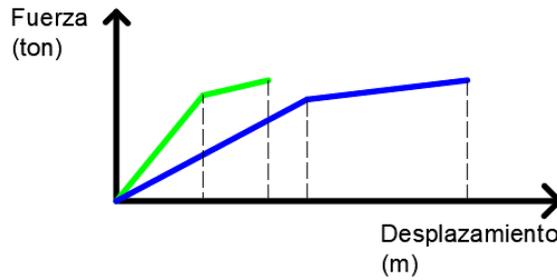


Ilustración 2: Curva esfuerzo-deformación de una estructura aislada (azul) y otra que esta empotrada (verde)

La norma peruana E0.30, para diseño sismorresistente, propone una fuerza con la cual se debe diseñar, sin embargo, como se puede observar en la siguiente imagen la demanda que ejercerá el sismo a la estructura es mayor que la estipulada por la norma. Por ende, la estructura misma es la que debe absorber esa fuerza mediante su ductilidad, reiterando que eso conlleva a daños estructurales que pueden inhabilitar la estructura para futuro uso. Por otro lado, si se observa la demanda para un sistema aislado, la cual tiene un periodo mayor que el ordinario, se verá que la demanda reducida va muy a la par con la sobrerresistencia de la estructura. Con esta clase de estudios queda demostrado que los daños estructurales, si los hay, serán mínimos y esto es que hay que considerar que los sismos de diseño son sismos muy raros en el territorio, por lo que un daño importante en una estructura aislada bien construida es cuanto menos improbable.

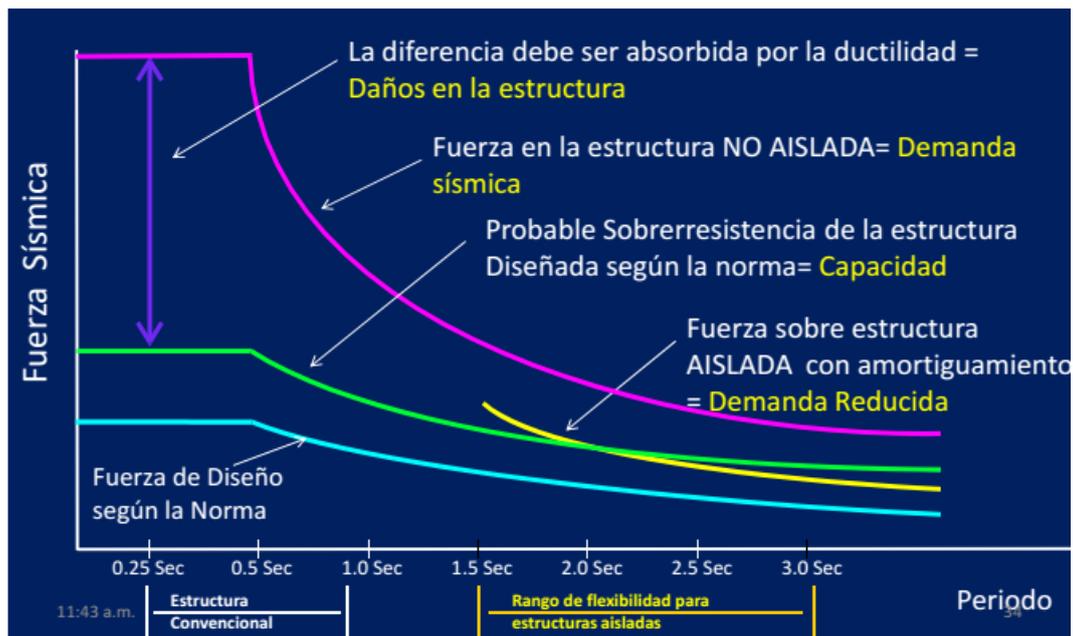


Ilustración 3: Grafica modal-espectral para las distintas demandas en las estructuras

### 2.2.2. Propiedades del concreto armado

El concreto armado es el material más usado en el medio local y esto es debido a marcadas razones que siempre han inclinado la balanza a favor de este.

- Existe una gran disponibilidad de los elementos que lo componen: grava, arena, cemento, arena y barras de refuerzo
- La habilidad necesaria de los obreros que trabajaron este material no debe ser excesiva, es un material sencillo de manejar, de hecho, es tan simple que es debido a esta razón que hay tanto problemas de autoconstrucción en el país, puesto que cualquier persona puede construir sin necesidad de planos estructurales
- El concreto es, frente a otras posibilidades de construcción estructural, la opción que resulta normalmente más económica.

Esto se debe a que en los costos se evalúa también la mano de obra, la cual resulta muy barata en el medio para este material y las obras se realizan de manera más rápida (Ottazzi, 2015)

- El concreto es moldeable a casi cualquier forma que se le quiera dar debido a que los encofrados a disposición son también muchos. Esta característica le permite formar parte de distintos tipos de proyecto como puentes, edificios, plataformas marinas, puentes, etc.
- Es un material de buena durabilidad, el mantenimiento que este requiere es menor que las estructuras de acero. Además, de requerirlo, es más económico.
- Es bueno destacar que el concreto armado es un material resistente al fuego, permitiendo que la estructura sea evacuada dando un tiempo adecuado para realizar dicha evacuación. El tiempo usual está entre 1 y 3 horas. Para que otros tipos de materiales lleguen a esta duración se les debe agregar un recubrimiento especial (Ottazzi, 2015)
- Respecto al aspecto estético, es un buen material puesto que los acabados que puede obtener son, también, muy variados. No se limita a las secciones estándar como suele ocurrir con el acero y la madera.
- Una gran ventaja de las estructuras de concreto armado es que proveen a la estructura de monolitismo y originan alta redundancia. De este modo se favorece la redistribución de fuerzas y aumenta el grado de seguridad en la estructura Así como el concreto

armado tiene factores positivos también se debe considerar sus desventajas

- El concreto armado tiende a agrietarse, esto es una desventaja puesto que sulfatos pueden atacar a las barras de refuerzo. De igual modo, el concreto también puede ser invadido por iones dañinos (Ottazzi, 2015).
- Un costo extra que siempre se debe considerar al trabajar con concreto son los encofrados, puesto que siempre se necesitara un envase que le de forma mientras se encuentre aun en estado plástico.
- Debido al proceso constructivo de encofrar, habilitar los fierros, vaciar el concreto y desencofrar; la construcción tiende a ser lenta, de este modo la obra se prolonga por más tiempo y produce más costos para los constructores, puesto que se debe pagar a toda la planilla que trabaja en el proyecto. Se ha buscado ahorrar esos tiempos con encofrados prefabricados y concreto premezclado.
- Un problema al que el concreto se puede ver sometido es la retracción, razón por la que el concreto muchas veces se agrieta, usualmente debido a los esfuerzos que se producen dentro por las restricciones externas que pueda tener.
- Junto al problema de retracción esta también el de flujo plástico, este se produce debido al largo tiempo por el que el concreto se ha visto sometido a cargas sostenidas por lo que se genera un cambio de volumen en el elemento que experimenta eso. (Ottazzi, 2015).

Si bien es cierto, el concreto armado es un solo material, pero consta de la unión de dos materiales, el concreto y el acero. El concreto es el encargado de tomar los esfuerzos de compresión, donde el acero también contribuye, pero la resistencia ( $f_c$ ) se le atribuye al concreto. Mientras que las tracciones son tomadas por los aceros colocados al interior de los elementos. La resistencia en compresión suele ser un indicador de calidad del concreto, determinado por distintos ensayos de laboratorio y utilizado por las normas para delimitar las características mecánicas del concreto (dependen de  $f_c$ ). Este valor depende de muchos factores como la calidad de los agregados en la mezcla, la relación de agua-cemento (w/c) propuesta.

### 2.2.3. La Sismicidad en el Perú y los cambios en las normas

La sismicidad en el año 1963 arequipeños tenían los sismos más fuertes.



Ilustración 4: Zonas sísmicas en el Perú 1963

Esta es la sismicidad en el año 1977 donde aparecen unos números ahí referenciales, en la costa era 1 pero que es el 1 solo era un numero nada

más, no había ninguna descripción física de que son esos valores eran solamente para comparar los efectos de los terremotos sobre las obras, es decir si estas en la selva es 40% de estar en la costa

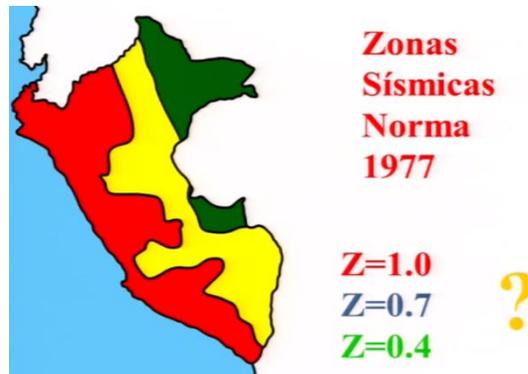


Ilustración 5: Zonas sísmicas en el Perú 1963

Luego a partir de los 90 comienza a los estudios de peligro sísmico a desarrollarse en el país, donde se dan aceleraciones con periodos de retorno de 500 años. Las normas de diseño sismorresistente en el mundo tienen como sismo base el Terremoto de 500 años y por primera vez se obtienen estos valores.



Ilustración 6: Aceleración esperada durante los últimos 500 años

En los códigos entre 1997 y el 2003 es más o menos donde los valores de Z ya adquieren un valor de significado específico que son Z=0.4 en la

costa significa cada 500 años se excede o se iguala ese valor de aceleración en la roca, eso ya no es así en la actualidad ya no se iguala en la roca



Ilustración 7: Zonas Sísmicas entre los años 1997 - 2003

#### 2.2.4. Normas técnicas a usar

El análisis y diseño del edificio cumple con los mínimos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones; se usarán las siguientes normas

- Norma de Cargas E.020. (2006)
- Norma de Suelos y Cimentaciones E.050. (2006)
- Norma de diseño Sismorresistente E.030. (2016)
- Norma de Concreto Armado E.060. (2009)

#### 2.2.5. Materiales empleados

- El concreto armado empleado tiene las siguientes características:
- Resistencia a compresión:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson:  $\nu = 0.15$
- Módulo de Elasticidad:  $E_c = 2.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia del acero (Grado 60):  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del acero:  $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$

-

### **2.2.6. Método de diseño**

El método empleado para diseñar los elementos de concreto armado será el Método de Diseño por Resistencia donde las cargas actuantes se amplifican por factores y se usa combinaciones que dependen del tipo de carga especificadas en la norma de concreto armado E.060. La resistencia requerida de los elementos en su etapa última, tiene las siguientes combinaciones de carga según norma E.060:

- $U = 1.4CM + 1.7CV$
- $U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$
- $U = 0.9CM \pm CS$
- Siendo: CM (Carga muerta), CV (Carga viva) y CS (Carga de sismo)

### **2.2.7. Criterios de estructuración**

Los criterios adoptados que se tomó en cuenta para realizar la revisión de la estructuración son las siguientes:

- Simplicidad y simetría, permiten un mejor comportamiento de la estructura ante solicitaciones sísmicas y permiten predecir el comportamiento con una alta precisión.
- Uniformidad y continuidad de la estructura, se buscó que la estructura sea continua tanto en planta como en elevación para evitar que hayan concentraciones de esfuerzos.

- Rigidez lateral, la estructura debe estar conformada por elementos estructurales que garanticen evitar deformaciones importantes que dañen a la estructura.
- Diafragma rígido, se debe emplear esta hipótesis para las losas ya que permite que los desplazamientos de un punto se muevan en la misma dirección sin distorsionarse, con esto se logra que las fuerzas horizontales se distribuyan de acuerdo a la rigidez lateral del elemento estructural.
- Elementos no estructurales, son tomados en cuenta porque influye en el peso de la estructura, en este caso en los baños de cada piso

#### **2.2.8. Dimensiones adoptadas para la estructura**

El pre dimensionamiento planteado en la tesis que se está tomando como referencia el proyecto Inicial, se indica que las losas aligeradas, vigas, columnas y muros de corte fueron pre dimensionados tomando en cuenta los criterios del libro “Estructuración y diseño de edificios de concreto armado” que tiene como autor al Ing. Antonio Blanco Blasco, al usar las recomendaciones del autor permitieron tener secciones iniciales que después de ser analizadas permitirán tener variaciones mínimas.

Se respetará el pre dimensionamiento planteado en la proyecto porque permitirá tener las mismas secciones de los elementos estructurales permitiendo tener la misma estructura en ambas direcciones de análisis, con esto se puede verificar si con la nueva norma se cumple con los requisitos de rigidez e irregularidades o si es necesario hacer variaciones en las secciones para cumplir con la normativa vigente.

A continuación, se presenta el resumen del pre dimensionamiento de los elementos estructurales tomados del proyecto referencial:

- Aligerados: Se usó un aligerado de espesor  $H = 0.25$  m ya que se tiene luces menores a 6.5 m
- Vigas: Las vigas tienen los siguientes peraltes:
  - o 30x50 Volados en fachada frontal y viga quebrada
  - o 30x60 Vigas que se encuentran en la oficina posterior
  - o 30x70 Vigas que se encuentran en la parte posterior y entre placas.
- Columnas: Las columnas tienen las siguientes dimensiones:
  - o 30x80 y 30x70 Oficina frontal
  - o 40x50 y 30x50 Columnas pegadas a las placas, en los límites de propiedad.
- Muros de corte: Los espesores más comunes para edificios medianos y altos son de 20, 25 y 30 cm y la evaluación final de la longitud de la placa se hará mediante el análisis sísmico. En tal sentido se asumirá el espesor calculado en la peroyecto en referencia de 30 cm sujeto a verificación posterior.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Procedimiento**

Manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.

### **2.3.2. Proceso**

Es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

### **2.3.3. Normas**

Es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.

### **2.3.4. Normalización**

Consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión, así como las de calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

### **2.3.5. Certificación**

La certificación es la forma de demostrar que una empresa cumple con los requisitos de la norma.

### **2.3.6. Proyecto de construcción**

Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos

### **2.3.7. Ingeniería estructural**

La ingeniería estructural es una rama clásica de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes, muros (incluyendo muros de contención), presas, túneles y otras obras civiles. Su finalidad es la de conseguir estructuras seguras, resistentes y funcionales. En un sentido práctico, la ingeniería estructural es la aplicación de la mecánica de medios continuos para el diseño de estructuras que soporten su propio peso (cargas muertas), más las cargas ejercidas por el uso (cargas vivas), más las cargas producidas por eventos de la naturaleza, como vientos, sismos, nieve o agua.

### **2.3.8. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de las edificaciones está directamente relacionada a los conceptos de arquitectura sustentable, construcciones seguras, análisis de riesgo y gestión integral de costos/beneficios. El nivel de vulnerabilidad de una edificación se define como el riesgo de recibir daños a causa de amenazas naturales, humanas o tecnológicas.

### **2.3.9. Sismo**

Es un fenómeno 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. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El uso de los aisladores sísmicos depende del análisis técnico económico en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- El uso de los aisladores sísmicos depende del análisis de las fuerzas axiales en la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- El uso de los aisladores sísmicos depende de la rigidez en la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- El uso de los aisladores sísmicos depende de la resistencia la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco
- El uso de los aisladores sísmicos depende del costo de la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable dependiente**

#### Dimensiones

- Influencia en el uso de aisladores sísmicos

### **2.5.2. Variable independiente**

La variable independiente: “Influencia en las edificaciones”

#### Dimensiones

- Fuerzas Axiales
- Rigidez
- Resistencia
- Costo
- Tiempo

## **2.6. Definición Operacional de variables e indicadores**

Se tiene como variable independiente la influencia en las edificaciones, ya que esta podemos esta varias según el tipo de construcción ya sea para un puente, estructuras metálicas. La dimensión serán sus fuerzas axiales que actúan sobre el aislador sísmicos, así como la rigidez, resistencia, costo y tiempo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Corresponde a las investigaciones Explicativa aplicadas dentro de las ciencias sociales.

Analizamos el efecto producido por la acción y manipulación de las variables Independientes sobre la dependiente

#### **3.2. Métodos de investigación**

Cuantitativo-Cualitativo de datos estadístico.

#### **3.3. Diseño de la investigación**

El diseño es denominado es NO experimental por tener un solo grupo de trabajo

#### **3.4. Población y Muestra**

##### **3.4.1. Población**

Infraestructuras De Concreto Armado

##### **3.4.2. Muestra**

Obra: Bloques 1 y 9 del Hospital de Cerro de Pasco

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

- Obtención de datos en Campo y Gabinete
- Sistema de análisis de Datos Computacional
- Encuesta - Cuestionario

Las técnicas serán: Preparar las mediciones obtenidas siendo analizadas correctamente, medir el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificaciones y medir las variables contenidas en la hipótesis.

Ya que es una investigación experimental, los instrumentos serán hojas de papel, donde se determinarán los trabajos realizados en campo y serán analizados mediante software de computadora (Excel y ETABS)

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Al recolectar los datos se tiene los siguientes procesamientos y análisis de datos:

- Estadístico
- Estructural
- Diagramas de Momentos y evaluación de estructuras
- Análisis de presupuesto para determinar la diferencia económica

### **3.7. Tratamiento estadístico**

A lo largo de los diferentes análisis que se han practicado en este trabajo se ha generado un corpus de datos considerable. Las diferentes variables, tanto cualitativas como cuantitativas, que se han considerado en este trabajo no se pueden concebir como entidades aisladas, sino que deben ser comprendidas dentro de una misma unidad o conjunto de caracteres que forman una globalidad. En este sentido, creemos que es imprescindible el procesamiento de estos datos mediante la aplicación de técnicas estadísticas, ya que su tratamiento sobrepasa ampliamente la capacidad humana.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

#### **3.8.1. Descripción del proyecto**

El Gobierno Regional de Pasco, tiene dentro de sus competencias constitucionales: Promover y regular actividades y/o servicios en materia de agricultura, pesquería, industria, agroindustria, comercio, turismo, energía, minería, vialidad, comunicaciones, educación, salud y medio ambiente conforme a Ley, motivo por el cual ha considerado dentro de su programación multianual del presupuesto, el “Mejoramiento y Ampliación de la Capacidad Resolutiva de los Servicios de Salud del Hospital Regional Daniel Alcides Carrión del Distrito de Yanacancha en Cerro de Pasco.

### 3.8.2. Ubicación

El terreno, su topografía, sus accesos y vías existentes, se ubican en la Urbanización San Juan Pampa del Sector II Yanacancha; Lote N° 2, Manzana. P, Provincia de Pasco, Región de Pasco.



Ilustración 8: Ubicación del Proyecto

El Hospital “Daniel Alcides Carrión” de Cerro de Pasco, de acuerdo al levantamiento topográfico efectuado, presenta los siguientes linderos y medidas perimétricas:

- Por el frente: Con calle Los Incas, y propiedades de terceros (Univ. Daniel Alcides Carrión y Hosp. Cayetano Heredia), con una línea quebrada de 9 tramos, que hacen un total de 161.50 m.
- Por el lado derecho: Con Av. Daniel Alcides Carrión, con una línea recta, de 126.55 m.

- Por el lado izquierdo: Con Pasaje Los Eucaliptos y propiedad de terceros, con una línea quebrada de 4 tramos, que hacen un total de 96.95 m. --
- Por el fondo: Con propiedad de terceros, con una línea quebrada de 5 tramos, que hacen un total de 128.60 m.

### Terreno Disponible para la Mejora y Ampliación del Hospital Daniel A. Carrión

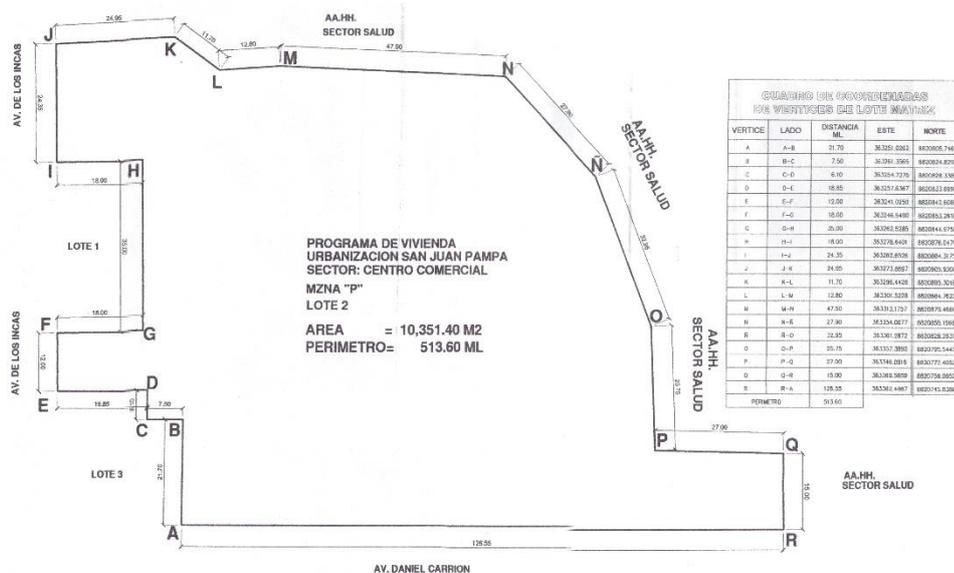


Ilustración 9: Ubicación del Proyecto y Áreas

El área de terreno delimitado por los linderos antes descritos es de:

- Área total de terreno: 10,351.40 m<sup>2</sup>.
- Perímetro: 513.60 m
- Latitud 10.7°S
- Longitud 76.3°W
- Altitud 4317 m

### 3.8.3. Parámetros urbanísticos y edificatorios:

El terreno se ubica en la Urbanización San Juan Pampa del Sector II Yanacancha; Lote N° 2, Manzana. P, Provincia de Pasco, Región de Pasco.

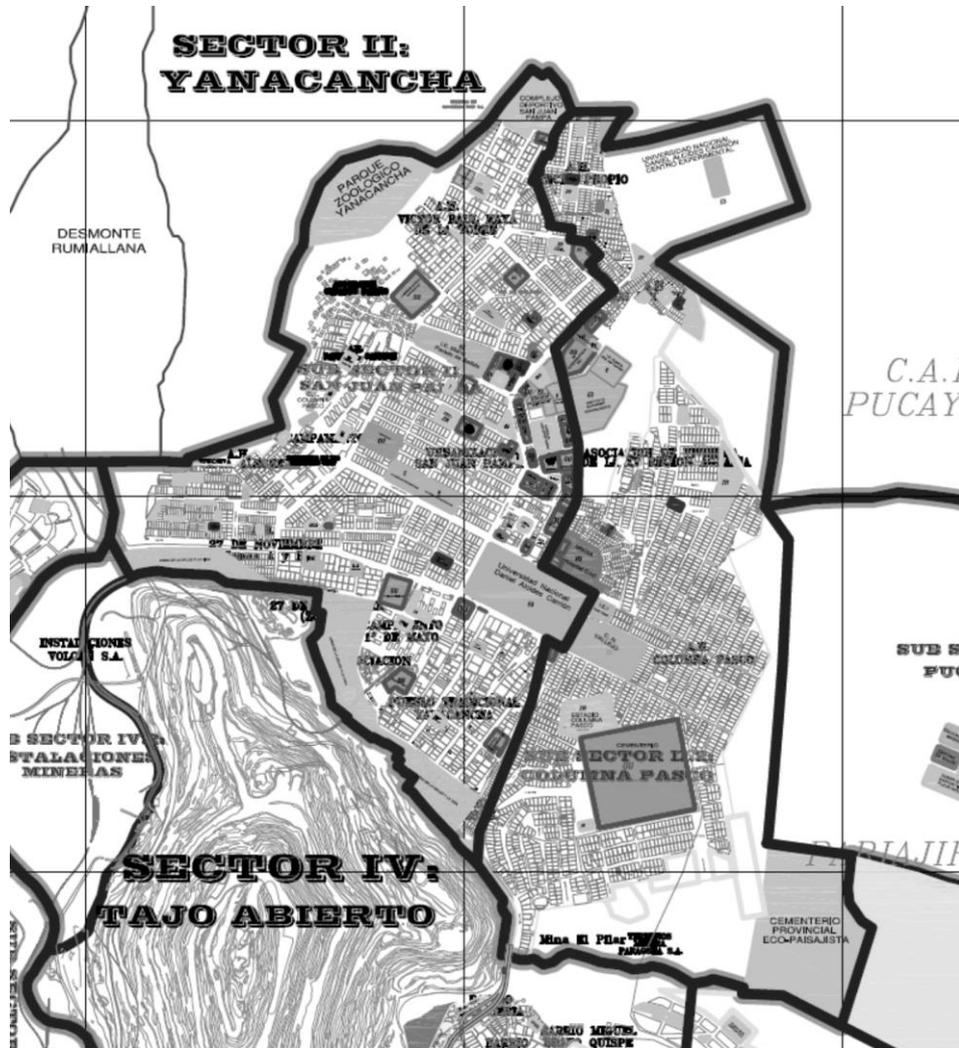


Ilustración 10: Sector II YANACANCHA. Situación del Hospital Daniel A.

Carrión

DISTRITO DE PLANEAMIENTO	SECTOR	SUB-SECTOR			ÁREA has.
CERRO DE PASCO	SECTOR I CHAUPIMAR CA 337.74 Has.	I.1	CHAUPIMAR CA	Comercial - Residencial	115,21
		I.2	CHAQUICOC HA	Residencial - Pequeña Ind.	222,53
	SECTOR II YANACANCH A 451.71 Has.	II.1	SAN JUAN PAMPA	Residencia - Institucional	133,71
		II.2	COLUMNA PASCO	Residencial - Pequeña Ind.	142,66
		II.3	PUCAYACU	Residencial - Ecorrecreativo	114,89
		Área Eco - Recreativa El Mirador			60,45
	SECTOR III SIMON BOLIVAR 260.92 Has.	III.1	PARAGSHA	Residencial - Comercial	72,15
		III.2	MIRAFLORE S	Área Industrial	26,48
		III.3	ESPERANZA	Residencial - Ecorrecreativo	102,80
		III.4	MONTECAR LO	Industrial	59,49
	SECTOR IV TAJO ABIERTO 171.82 Has.	IV.1	TAJO ABIERTO	Minero - Industrial	140,77
		IV.2	INSTALACIO NES MINERAS	Minero - Industrial	31,05
	SECTOR V YANAMATE 624.23 Has.	V.1	ALGA CRUZ	Residencial	85,97
		V.2	GASACYAC U	Residencial	167,78
		Área Eco – Turística Laguna Yanamate			370,48
	<b>SUB TOTAL</b>				
CERRO DE PASCO	AREAS DE TRATAMIENTO ESPECIAL:  PASIVOS AMBIENTALES	DESMONTE Y BOTADERO DE RUMIALLANA			49.37
		LAGUNA PATARCOCHA			12.00
		DESMONTE VOLCAN			87.31
		DESMONTE EXCELSIOR			82.84
		PRESA DE RELAVES QUIULACOA			125.57
<b>SUB TOTAL</b>					<b>357.09</b>
<b>TOTAL CIUDAD DE CERRO DE PASCO</b>					<b>2,203,51</b>

Ilustración 11: Tabla de Sectorización Urbana de Cerro de Pasco

### 3.8.4. Descripción De Las Edificaciones Existentes

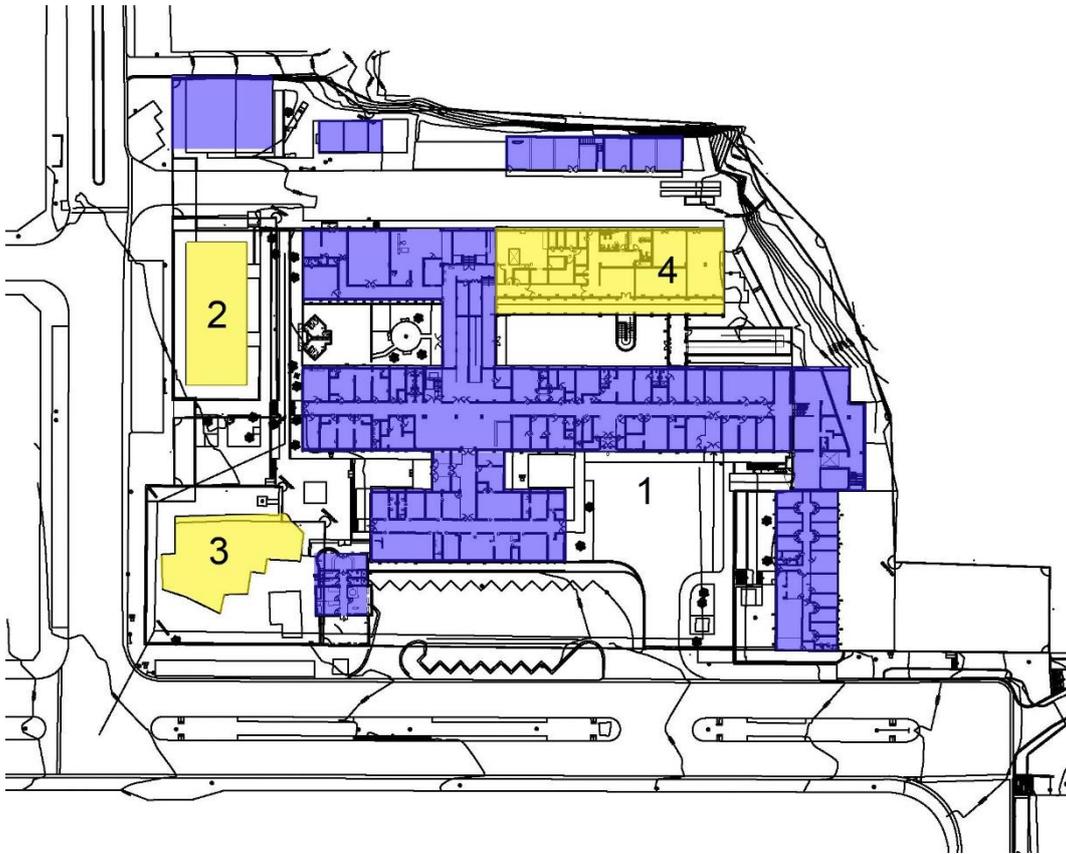


Ilustración 12: Descripción de las Edificaciones existente

1. Hospital Actual. Color Azul
2. Instituto Medicina de Altura de la Universidad Cayetano Heredia
3. Museo Daniel Alcides Carrión
4. Modulo Materno – Perinatal y Neonatología del Hospital

En la actualidad, el Hospital se encuentra funcionando en este terreno. Las construcciones del Hospital conforman una actuación pabellonaria, en la que se han ido añadiendo módulos con el transcurso del tiempo, lo que ha dado como resultado una estructura hospitalaria claramente deficiente y obsoleta.

Para conseguir una nueva estructura hospitalaria moderna y eficaz, es necesario liberar la mayor parte del suelo posible, lo que permita levantar una nueva edificación sin tener pies forzados por la existencia de estas edificaciones existentes.

Sin embargo, a pesar de este objetivo, es necesario conservar, por diversos motivos, tres de las edificaciones existentes.

El Instituto de Medicina de Altura de la Universidad Cayetano Heredia se conserva ya que pertenece a un Organismo distinto del Hospital y no ha sido posible encontrar una ubicación distinta a la actual.

El Museo Daniel Alcides Carrión, se conserva por ser un edificio representativo que la ciudadanía de Pasco quiere conservar

El modulo Materno se conserva por ser una construcción reciente y se integrará en el nuevo Hospital.

### **3.8.5. Componentes de la volumetría y su relación con el entorno**

El terreno tiene forma irregular, con un área de 10.351,40 m<sup>2</sup>. Tiene un perímetro de 513,6 ml; conforme al levantamiento realizado por el equipo consultor.

Actualmente se encuentra con la edificación existente del Hospital Daniel A. Carrión, el cual se deberá demoler, casi en su totalidad, para la ejecución del proyecto.

Para la nueva edificación, existe el condicionante del Módulo Materno, que como hemos mencionado será necesario integrar dentro de las nuevas edificaciones.

### **3.8.6. Entorno Urbano**

La propuesta arquitectónica plantea un edificio con personalidad, inequívoco, y compacto, evitando la fragmentación actual, asumiendo de este modo el papel que en el repertorio de hitos urbanos tendría un hospital de estas características para la ciudad de Cerro de Pasco.



Ilustración 13: Entorno Urbano

Respecto al entorno urbano inmediato, el hospital se ubica respetando y adecuándose a las condiciones topográficas del terreno, sobre todo intentando adaptarse a la ladera de más de 8 metros de desnivel, existente en la zona este y norte del terreno. De esta manera, el basamento del Hospital queda integrado en el desnivel, desapareciendo de esta manera las áreas residuales que ahora mismo se producen por el efecto de esta ladera pronunciada que conecta con la parte alta de esta zona urbana.

La circulación vehicular interna ha sido diseñada para la mejorar eficacia funcional sin interferencias entre sí (Accesos a emergencias/urgencias, servicios y salidas de residuos, vehículos particulares, etc.) y las mínimas posibles con la circulación peatonal.

Hemos cuidado también el acceso peatonal y su relación con el entorno, potenciando de una manera radical el acceso principal desde la Avenida Daniel A. Carrión para cualquier actividad asistencial o administrativa, excepto las urgentes, que dispondrán de unas entradas exclusivas desde la Calle Los Incas.

Entendemos que los accesos peatonales al Hospital van a ser mayores que los vehiculares, dada la situación del hospital respecto al entorno de la ciudad. De cualquier manera, se han previsto también accesos vehiculares que se producirán principalmente en vehículos privados, taxis, entre otros.

### **3.8.7. Criterios de diseño**

La edificación propuesta se plantea exenta respecto de las estructuras existentes del Museo Carrión y del Instituto de Medicina de Altura, pero alineada con respecto al Módulo Materno que se conserva, y se conecta en sus lados este y oeste con el nuevo Hospital. Los lados norte y sur de esta edificación existente permanecen despejados y separados de la nueva construcción.



Ilustración 14: Criterio de Diseño

Otro condicionante del diseño es el de concentrar la edificación en la menor superficie posible con la finalidad de reducir al máximo la ocupación del edificio en la parcela.

Igualmente, importante nos parece el criterio de no forzar ningún tipo de excavación en el edificio hospitalario, en un terreno realmente resistente y complicado de excavar. Según el Estudio de Mecánica del Suelo, a partir de 1.20 metros del nivel del suelo existe roca de gran resistencia.

Hemos conseguido disponer de accesos diferenciados y separados en el nivel +1, por lo que no ha existido la necesidad de proyectar ninguna excavación para pisos por debajo de la rasante.

El Planteamiento de la organización de la nueva edificación del HOSPITAL DANIEL A. CARRIÓN; se basa en el Programa Médico Arquitectónico y en las necesidades actuales planteadas por el Usuario en las diferentes reuniones de coordinación.

De esta manera se estableció un modelo de análisis basado en sistemas y en diferenciación de necesidades.

En este Hospital existen áreas de trabajo claramente diferenciadas por la actividad que se realiza en ellas; los cambios que han a soportar estas áreas a lo largo de la vida del edificio no son uniformes y por lo tanto la permanencia de los distintos elementos que configuran los espacios, en el caso de este establecimiento de salud por su magnitud y nivel de complejidad al que está orientado no estará sujeto a estos cambios pero si a la posibilidad de incrementar algunas áreas o servicios, por lo que parece razonable que desde la etapa inicial de concepción del edificio hasta su definición en el proyecto de ejecución se tenga en cuenta esta circunstancia.

Arquitectónicamente el proyecto responde a una definición de hospital con una red de circulaciones tridimensionales, clasificadas y jerarquizadas de manera que no se produzcan interferencias entre ellas. Las cuales van alimentando a las UNIDADES FUNCIONALES del Hospital. De la misma manera que existe una división de los dichas unidades en Horizontal, hemos considerado muy clarificador disponer de áreas que tienen un desarrollo claramente vertical para pacientes que puedan tener claras semejanzas.

Con este criterio se han dispuesto en vertical las AREA DE CRITICOS, teniendo en el basamento del piso +1 las Emergencias; en el piso +2 el Anestesiología, Centro quirúrgico y Centro obstétrico y en el piso +3 la Unidad de cuidados intensivos general y Unidad de cuidados intensivos neonatales. Por encima de estas Unidades funcionales del hospital y, usando los mismos núcleos de comunicación, tenemos las unidades de Hospitalización, lo que permite que la circulación de pacientes internos

se realice en esta zona, mediante elevadores, facilitando mucho las interrelación entre las unidades y creando una circulación completamente interna de personal y pacientes.

De la misma manera, se han dispuesto las Unidades de Admisión y Consultorios, para los que se ha usado el mismo modulo, en varios pisos, todos ellos rodeados por una circulación pública y un hall a triple altura que vincula las unidades con el acceso público del Hospital, generando una vinculación directa.

### **3.8.8. Esquema idea del proyecto**

Este basamento de tres plantas y con una ocupación menor del 50% del terreno, se empotra en la ladera del lado este, en donde tenemos un desnivel de más de 8 metros. Quedando de esta manera integrada la edificación con la topografía y evitando la proliferación de espacios residuales en un futuro, que contribuirían a la rápida degradación del Hospital.

El edificio está compuesto dos zonas claramente diferenciadas:

- Un basamento de tres plantas que alberga los Servicios de Tratamiento y Generales del Hospital.
- Un bloque de Hospitalización que se apoya en el anterior de dos pisos de altura.

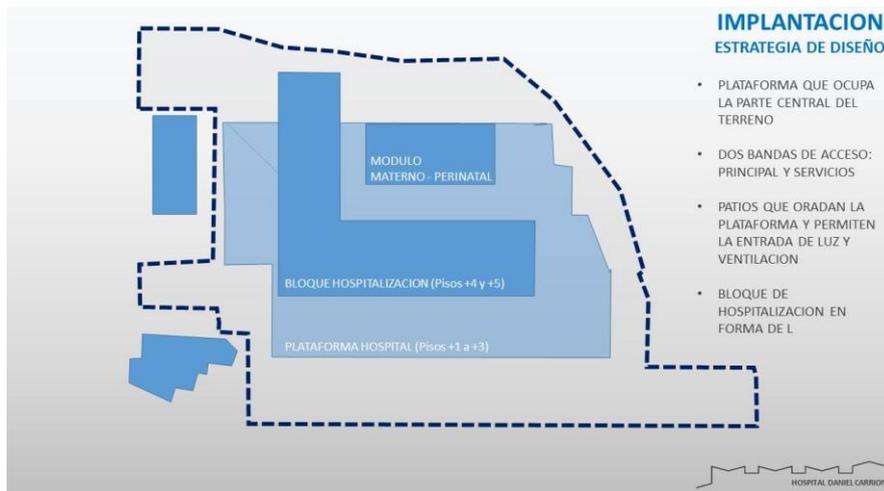


Ilustración 15: Implantación, Estrategias de Diseño

El basamento consta de una serie de volúmenes bajos desarrollados en horizontal, adecuados a la topografía del solar, y unidos por un gran eje dorsal, que hace de nexo de unión entre los diferentes módulos, en dirección este - oeste. Como comentábamos, el basamento consta de tres pisos (nivel +1, +2 y +3).

La fachada principal se sitúa en la Avenida Daniel A. Carrión y, aprovechando el desnivel existente en ese frente en el extremo este, que tiene un piso de desnivel, nos permitiría disponer de un acceso independiente en el piso +2 para TBC.

El zócalo se proyecta como un elemento masivo, neutro, que resuelve de manera eficaz los programas funcionales de los servicios incluidos en el PMA.

Los patios dotan también de ritmo al edificio, rompiendo la homogeneidad de los pasillos de circulación que conecta todo el edificio.

Las torres, en forma de L, se desarrollan en dos plantas sobre el basamento, de forma que no sobrepasan la altura máxima de 5 pisos, respondiendo a esquema lineal, formados por corredores y habitaciones o áreas de servicio en fachada.

Los objetivos que se pretende alcanzar con el proyecto propuesto son los siguientes:

**COMPLEJIDAD PROGRAMÁTICA:** se ha tratado de unificar bajo un mismo proyecto las diversas áreas que conforman un hospital de estas características, integrando la complejidad de programa intrínseca a este tipo de edificios en un diseño unitario y de fácil comprensión. Frente a la actual dispersión, motivada por la organización en pabellones, se propone un conjunto edificatorio para el hospital, que permita mejorar las sinergias de las actuaciones necesarias en un hospital.

**DISEÑO FLEXIBLE:** Se plantea un concepto modular, flexible y divisible en diferentes fases de crecimiento que facilita su implantación y adecuación a diferentes necesidades, así como su capacidad de adaptación a los posibles cambios futuros.

**ACCESIBILIDAD Y ADAPTACION A LAS NECESIDADES.** Se ha buscado un diseño arquitectónico con una cuidada estética pero que ha marcado como principal prioridad las necesidades del enfermo. Por ello, se ha recurrido a una arquitectura cálida y con proporciones domésticas, de fácil utilización por ser accesible e identificable visualmente.

ESTRATEGIA MEDIOAMBIENTAL Y AHORRO ENERGÉTICO: En el proyecto, los objetivos de diseño sostenible incluyen, entre otros aspectos, aumentar la cantidad y calidad de ventilación (ventilaciones cruzadas y fachadas ventiladas), el control sobre la luz natural y el soleamiento y el tratamiento de las zonas ajardinadas. Se ha tratado de conseguir diseñar un edificio bioclimático, eficiente y ecológico, siguiendo una simple metodología, incluso con la incorporación de Paneles Solares, que dada las características de la ciudad de Pasco, son tremendamente eficaces.

### **3.8.9. Programa médico arquitectónico**

En el presente programa médico arquitectónico del HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION DE PASCO, se determina la asignación de recursos físicos para las unidades médicas, donde señalan con detalle y en forma ordenada, todos y cada uno de los elementos que conforman los distintos servicios hospitalarios. Asimismo, se contempla los requerimientos del Cuerpo Médico y de la Dirección del Hospital en cuanto a nuevos ambientes.

En este programa se alcanza una relación detallada y ordenada de áreas y locales de cada uno de los departamentos o servicios que constará la unidad médica, señalando, además:

La ubicación más conveniente de las unidades funcionales

Capacidad y tamaño aproximado de cada uno de los locales

La relación inmediata de los servicios entre sí

La relación inmediata de los locales de un mismo servicio entre sí

Los accesos y salidas de cada uno de los servicios

Las circulaciones de público, personal, pacientes, materiales, cadáveres, desechos, etc., indicando los posibles cruces indeseables

Locales que requerirán instalaciones especiales (oxígeno, gas, Intercomunicación, clima, etc.)

Recomendaciones para algunos servicios locales respecto a orientación, ventilación e iluminación.

Para la programación del establecimiento hospitalario de la ciudad de Pasco, se requiere fundamentalmente la definición de su nivel de complejidad y así mismo, la zonificación por AREAS o NUCLEOS, y estos deben estar correctamente ZONIFICADOS e interrelacionados entre sí, con el objeto de una mejor circulación de los usuarios.

Es usual que la admisión, medicina física y rehabilitación, farmacia y emergencias se encuentren lo más cerca de la vía pública, para así dar facilidades y acceso a las personas que lo demandan.

Los servicios de ayuda diagnóstico y tratamiento deben estar ubicados como un puente entre los consultorios y la hospitalización.

La emergencia deberá ser ubicada cerca del área de imagenología, ya que en algún momento puede ser utilizado.

Los servicios generales se ubicarán cerca de la hospitalización con el objeto de dar un servicio más rápido y evitar perder recursos humanos.

En el HOSPITAL DANIEL A. CARRION DE PÀSCO se consideran los siguientes servicios:

I.- SERVICIOS FINALES:

Consultorios

Emergencia

Hospitalización

II.- SERVICIOS INTERMEDIOS:

Centro Quirúrgico - Obstétrico

- Área Quirúrgica
- Área Obstetricia y Neonatología

Central de Esterilización y Equipos

Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios

Ayuda al Diagnostico

- Imagenología
- Farmacia
- Patología Clínica
- Medicina Física y Rehabilitación
- Anatomía Patológica

III.- SERVICIOS ADMINISTRATIVOS:

Dirección

Areas Administrativas

Servicios Generales

#### IV.- SERVICIOS DE CONFORT:

Auditorio para uso de Docencia

Cafetería

Sala Ecuménica

Estacionamiento Vehicular

##### **3.8.10. Circulaciones**

Se han previsto las requeridas por la normatividad tanto del RNE, como las de barreras arquitectónicas y seguridad y hospitalarias.

La forma y organización de los edificios se conforma con las circulaciones horizontales y verticales, y cuyo diseño es esencial para un correcto funcionamiento del hospital.

Se han establecido una serie de circulaciones, clasificadas según el tipo de usuario que las deben frecuentar, de forma que se produce una estructura de red bidimensional y tridimensional que corresponda, lo más exactamente posible, a las necesidades relacionales entre las diferentes circulaciones.

Se ha proyectado de modo que los diferentes áreas del hospital queden reservadas para el uso con el que fueron programados, evitándose de esta manera, el deambular de numerosas personas por cualquier lado.

Se diferencian las siguientes circulaciones:

Circulación asistencial, para uso de personal, pacientes internados.

Compuesto por dos elevadores monta camillas, una escalera presurizada, y en extremo una escalera presurizada como ruta alternativa.

Circulación de servicios, para uso de servicios generales, instalaciones.

Compuesto por cuatro elevadores de servicios, 2 para limpio y 2 para sucio, una escalera integrada y otra escalera presurizada.

Circulación pública, para uso de visitas, pacientes ambulatorios.

Compuesto por 2 elevadores públicos, una escalera integrada y 2 escaleras presurizadas.

Todas estas circulaciones se organizan a través de una red tridimensional de modo que esta segregación de circulaciones se produce de una manera natural y que, además de esto, sean de una gran claridad para los usuarios y se eviten las confusiones en su utilización. Se trata de un ejercicio complejo pero en el que sabemos estará la mayor parte de la claridad estructural del hospital resultante. En el fondo, se trata de conseguir un espacio de trabajo organizado y sin interferencias externas en el conjunto del hospital.

Los núcleos de elevadores y de accesos son determinantes en la red de circulaciones. En este sentido fueron estructurados de forma que se creen una red adecuada de circulaciones que respondan a las necesidades presentes y futuras de este hospital.

Esta red de relaciones debe permitir una diferenciación clara de las áreas y de las circulaciones correspondientes a cada uno de los usuarios. Hoy

en día, está asumido que las áreas asistenciales deben estar definidas y proyectadas de acuerdo con las técnicas específicas de cada una de ellas y manteniendo las circulaciones necesarias con los servicios que lo requieran.

Un objetivo prioritario del proyecto es poder contar con una red de circulaciones internas bien pensadas y adecuadas, que tengan en cuenta las distancias entre las diferentes unidades y que responda con claridad a las prioridades de relación entre los servicios.

Esta red de circulaciones, tanto interna como externa, debe producir un máximo rendimiento en lo relativo a la utilización del personal, reduciendo las distancias.

El acceso peatonal se define dentro del conjunto arquitectónico enmarcándolo por la parte frontal, por la Avenida Daniel Carrión, distribuyéndose desde el vestíbulo principal hacia los servicios de mayor demanda.

Se cuenta con una avenida en la parte frontal con características óptimas en lo que respecta a la accesibilidad a los medios de transporte masivo, cuenta con ingreso peatonal para el personal y el público y con un acceso a los estacionamientos,

Las entradas al servicio de emergencia, ambulancias, personal y servicios generales, se producirá por la calle Los Incas, separando de esta manera los accesos más complicados y especiales, como son los recién mencionados, de los accesos generales y más públicos del Hospital.

En lo que respecta a las circulaciones internas, se ha realizado un ordenamiento de las clases de circulaciones, buscando el mínimo de interferencias entre distintos usuarios, en procura de la mayor eficiencia y comodidad en los desplazamientos de médicos y personal técnico y pensando en la comodidad para los visitantes y proveedores.

Se ha considerado circulaciones secundarias para la interconexión entre servicios de las áreas funcionales en los diferentes niveles que conforman el edificio hospitalario.

El uso diferenciado de circulaciones nos permite identificar sectores públicos, privados, de limpio, de sucio, etc. Estas relaciones espaciales funcionales permiten un ordenamiento de la estructura del hospital, a diferencia del actual hospital que es conflictiva en la mayoría de las áreas.

Se ha propuesto la localización de los sectores de mayor afluencia, con una distribución lógica para el acceso del público usuario, estas áreas, servicios y ambientes se encuentran en el primer nivel por ser el más adecuado para manejo de circulaciones y público, con una lógica distribución respecto al caudal de público a ser atendido según el programa Médico – Funcional, tomando en cuenta su vulnerabilidad, teniendo ejes de evacuación, mitigando el riesgo interno del hospital, en áreas de gran volumen de público. Trazada la trama de circulaciones diferenciadas se resuelve y materializa las funciones específicas de los servicios, esto deberá ser complementado con un adecuado horario de visitas y de actividades propias del hospital.

Se ha intentado satisfacer los requerimientos de asoleamiento y ventilación en cada una de las áreas o espacios físicos con afluencia de público externo (ambulatorio), incorporando áreas de esperas con sus respectivos núcleos de servicios higiénicos.

Incorporamos unos esquemas con las clasificaciones de los flujos del Hospital:

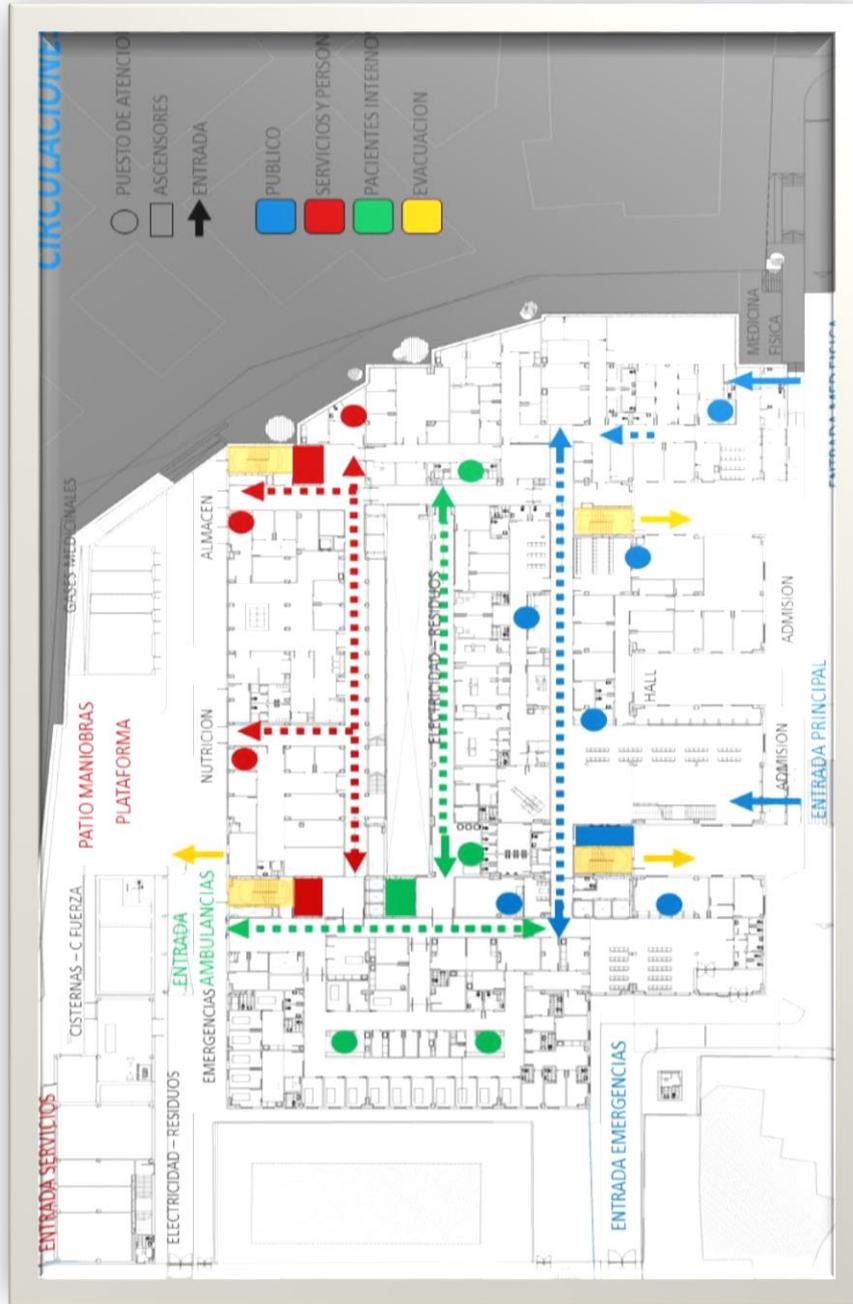


Ilustración 16: Esquema 1

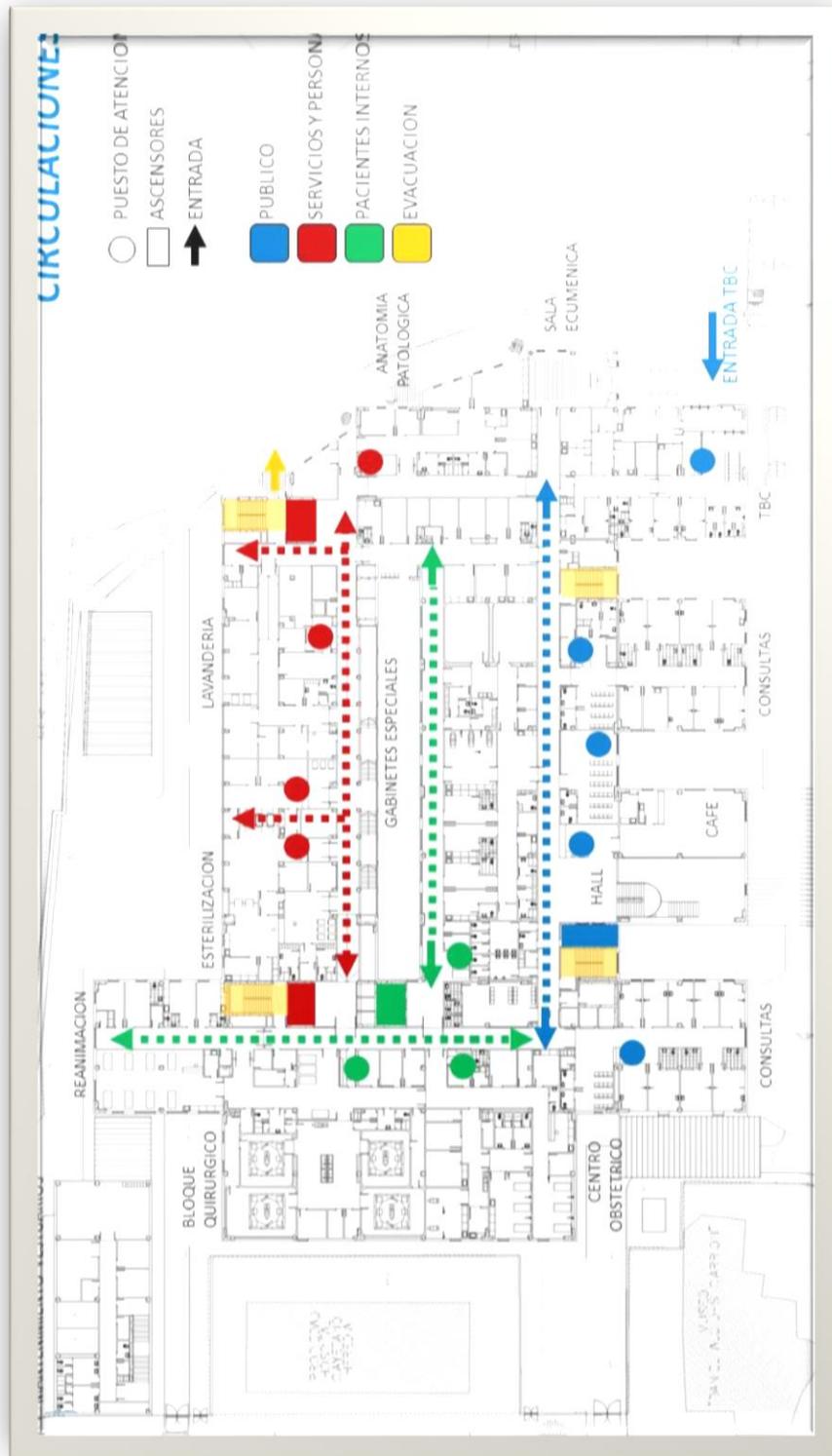


Ilustración 17: Esquema 2

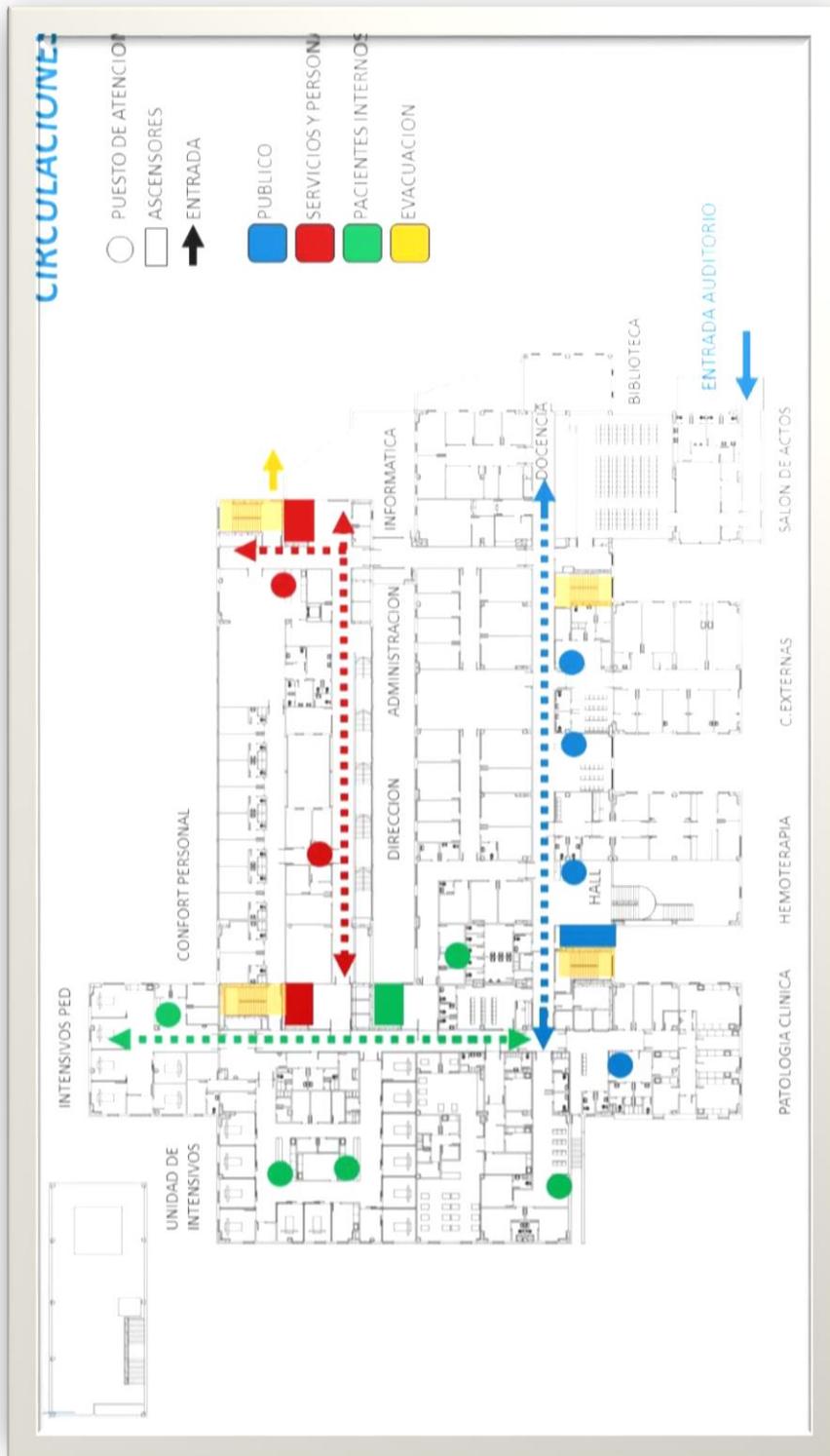


Ilustración 18: Esquema 3

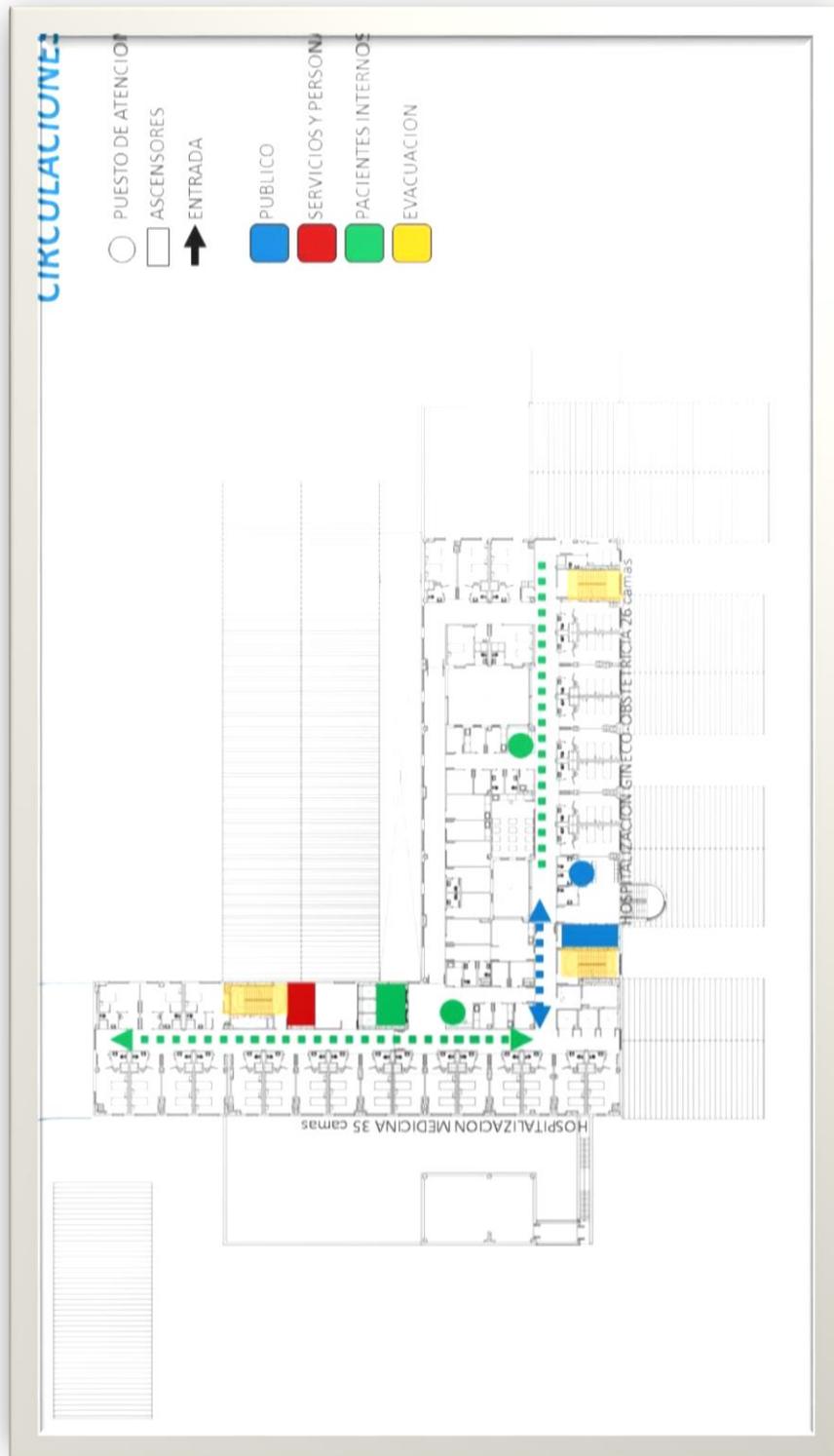


Ilustración 19: Esquema 4

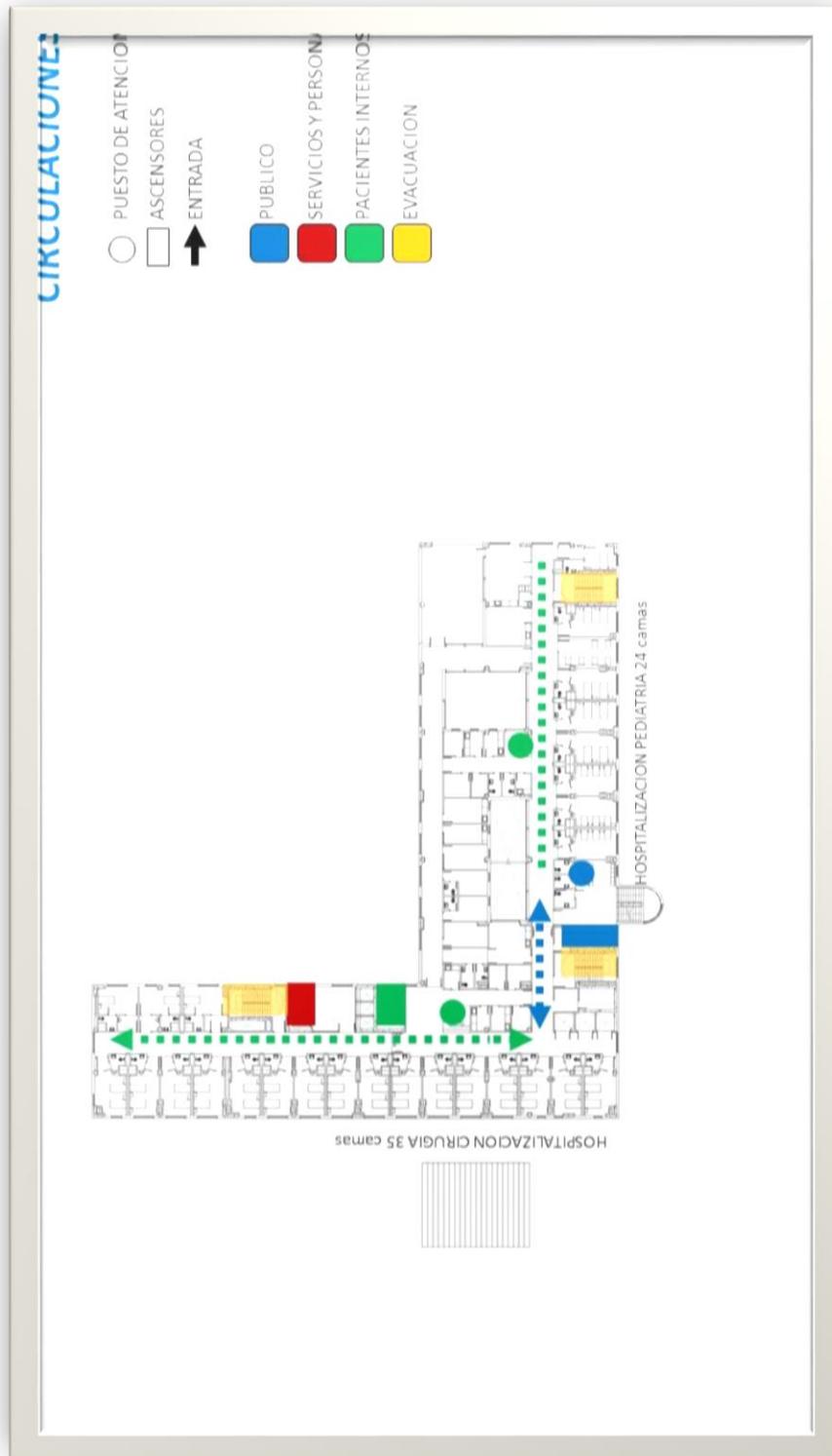


Ilustración 20: Esquema 5

### 3.8.11. Diferencia de la norma 2016 con la anterior

#### Nomenclatura

En cuanto a las Nomenclaturas, encontramos algunas diferencias, de la antigua con la nueva, como quitar algunas nomenclaturas y como agregarlas, como lo podemos ver aquí:

Antigua:

En esta edición de la norma, se tiene las nomenclaturas ya conocidas.

Nueva:

En esta edición de la norma, se quitaron algunas nomenclaturas, así como se agregaron muchas más, como lo veremos aquí:

Las que se quitaron:

- Ni: Sumatoria de los pesos sobre el nivel "i".
- Vi: Fuerza cortante en el entrepiso "i".
- Q: Coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global.
- $\Delta_i$ : Desplazamiento relativo del entrepiso "i".
- Fa: Fuerza horizontal en la azotea

Los agregados:

- di: Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$
- TL: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

- R0: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.
- $I_a$  : Factor de irregularidad en altura.
- $I_p$  : Factor de irregularidad en planta.
- $F_i$ : Fuerza lateral en el nivel  $i$ .
- $V_s$ : Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.
- N60: Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.
- $S_u$ : Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

### **Alcances**

En cuanto a los alcances, solo en la nueva norma se agrega un párrafo, el cual dice: (SISTEMAS ESTRUCTURALES).

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

### **Filosofía y principios del diseño sismo resistente:**

En este artículo solo encontramos una diferencia, en que la nueva norma se agrega el ítem "C" que dice: (tabla N° 5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U")

C. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

En la nueva norma se agregan dos artículos más que son el 1.4, y el 1.5 las cuales dicen:

**Concepción Estructural Sismorresistente:**

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.

Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.

Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.

Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.

Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.

Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.

Deformación lateral limitada.

Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).

Consideración de las condiciones locales.

Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

**Consideraciones Generales:**

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del numeral 1.3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a solicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

Continuando con la comparación de la norma, nos encontramos con un sub-item "1.6" del capítulo I, el cual en la antigua norma es el artículo 4.

#### **Presentación del Proyecto:**

Por esta parte de la norma, en la nueva se ve que agregan más información que son:

- b. Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- d. Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.
- f. La ubicación de las estaciones acelero métricas, si éstas se requieren conforme al Capítulo 9. (INSTRUMENTACION)

#### **3.8.12. Zonificación**

En cuanto a la zonificación hubo cambios considerables en cuanto al factor zona, tal como vemos a continuación.

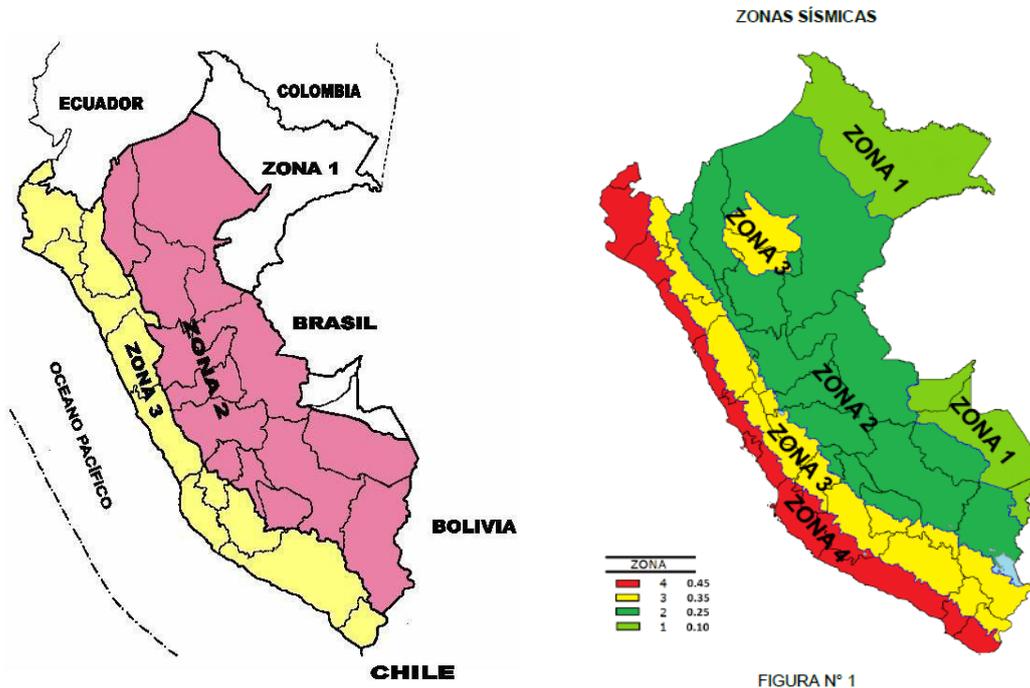


Ilustración 21: Zonificación

En este caso se adiciona un factor zona más, que viene a ser:

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,40
2	0,30
1	0,15

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Nueva Zona 4,  
mayor valor**

Ilustración 22: Factores de Zona

### **3.9. Orientación ética**

Es un aspecto de la filosofía terapéutica en el cual se da un asesoramiento sobre valores, creencia e ideales entorno a la reflexión del hechos o actitud ética privada.

Esta orientación se formula desde dos campos de vida, la profesional y la personal.

Con la orientación ética realizamos un autoconocimiento de nuestros valores y creencias consientes e inconscientes.

Una observación de los valores y creencias que subyacen a nuestras acciones reales,

una muestra de la incompatibilidad entre lo que valoramos y hacemos, un reconocimiento de lo que nosotros tiene valor.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Bases de cálculo y diseño

Para el diseño del sistema de aislamiento de los bloques 1 y 9 del Hospital de Cerro de Pasco se busca satisfacer la norma técnica de diseño sísmico E.030-2014 y las disposiciones que correspondan de la norma ASCE-7-10 Minimum Design Loads For Buildings and Other Structures.

##### 4.1.2. Parámetros de Diseño

El diseño del sistema de aislamiento cumple con los siguientes parámetros:

- Suelo tipo s1.
- Zona sísmica equivalente al promedio entre las zonas 2 y 3 ( $Z = 0.30$ ).
- Espectro de diseño según la norma E.030.
- Registros sísmicos compatibles con el espectro de la norma E.030.
- Peso Sísmico total de la superestructura (estructura sobre el nivel de aislamiento): 11.136 toneladas.
- Período objetivo del edificio aislado, 2.6 s.

##### 4.1.3. Modelo de la estructura

Se requiere de un modelo computacional completo de la estructura a la cual se desea agregar aislamiento sísmico. Para el modelo, se deben incorporar todas las masas presentes en la estructura, ya que estas son

determinantes en el diseño del sistema de aislamiento. En el sistema de aislamiento planteado, el plano de aislamiento corresponderá a un único plano horizontal en el cual están colocados todos los dispositivos.

#### **4.1.4. Modelo lineal del sistema de aislamiento**

Se realiza un modelo lineal del sistema de aislamiento. Este modelo tiene dos niveles de complejidad: en primer lugar, se considerará un modelo lineal básico (MLB) correspondiente a la rigidez necesaria para llevar a la estructura al período objetivo y el amortiguamiento global necesario para lograr las reducciones deseadas del desplazamiento de diseño, ambas propiedades distribuidas uniformemente en el sistema de aislamiento. En segundo lugar, se desarrollará un modelo lineal equivalente (MLE) del sistema de aislamiento, en el cual se calcula la rigidez y amortiguamiento lineales equivalentes de cada uno de los tipos de aisladores resultantes de la etapa de prediseño. Tanto la rigidez como el amortiguamiento equivalente se introducen en el modelo de la estructura de acuerdo a la distribución real en planta de los distintos tipos de aisladores.

#### **4.1.5. Modelo no-lineal del sistema de aislamiento**

Finalmente, se desarrolla un modelo no-lineal completo del sistema de aislamiento (MNL), que considera el cálculo y determinación de las relaciones constitutivas fuerza-deformación de cada uno de los tipos de aisladores presentes en la estructura. Dichas constitutivas serán introducidas en el modelo de acuerdo a la distribución real en planta de los distintos tipos de aisladores.

#### **4.1.6. Verificación Experimental**

Las relaciones constitutivas fuerza-deformación consideradas para los aisladores se determinaron a partir de la base de datos de ensayos realizados en la Universidad Católica de Chile sobre elastómeros y aisladores similares (FONDEF D96I1008). Las propiedades consideradas deberán ser contrastadas con los valores experimentales a obtener en el proceso ensayo de control de calidad de los aisladores que serán instalados en el edificio. El documento 15-091-IPS-ET-01-RA Especificaciones Técnicas detalla los ensayos a los que deben ser sometidos los aisladores y los rangos de valores admisibles para sus propiedades mecánicas. El Mandante podrá adquirir aisladores de cualquier proveedor, siempre y cuando cumplan con los requerimientos de dicho documento. La ubicación definitiva en planta para los aisladores individuales podrá ser ajustada por el Ingeniero Responsable una vez conocidas las propiedades reales de cada uno de ellos.

#### **4.1.7. Factor de reducción de respuesta y cortes de diseño**

El esfuerzo de corte del sistema de aislamiento,  $V_a$ , que corresponde a la suma de los cortes en cada uno de los aisladores, será obtenido de los análisis de historia de respuesta en el tiempo. Según el punto 4.7.3 de la norma E.030, la estructura deberá diseñarse para resistir un corte en la interfaz de aislamiento  $V_s = V_a/RI$ , con  $RI = 2$ . Por otro lado, el sistema

de aislamiento se debe diseñar sin reducción alguna del sismo. Además, se recomienda que la subestructura (bajo el aislamiento) se diseñe considerando un factor  $R = 1.0$ . En la práctica esto implica que dados los factores de minoración de resistencia utilizados para el diseño convencional de la estructura, ésta debiera presentar muy poca o nula incursión en el rango inelástico durante un sismo de diseño (sin daño).

#### **4.1.8. Sismo de diseño y sismo máximo posible**

Se define como sismo de diseño al nivel del movimiento sísmico del suelo definido por la norma E.030, el que tiene un 10 % de probabilidad de excedencia en 50 años, en una zona geográfica determinada. Por otro lado, de acuerdo con la norma ASCE 7-10, para efectos de este proyecto el sismo máximo posible corresponde al sismo de diseño amplificado por un 50 %.

#### **4.1.9. Desplazamientos de diseño y máximo**

El desplazamiento de diseño es el desplazamiento lateral en el sistema de aislamiento producido por el sismo de diseño y excluye el desplazamiento debido a la torsión natural y accidental. Por otro lado, el desplazamiento máximo es el desplazamiento lateral provocado por el sismo máximo posible y al igual que el desplazamiento de diseño no incluye el desplazamiento adicional debido a la torsión natural y accidental. Ambos desplazamientos son requeridos para el diseño del sistema de aislamiento.

#### **4.1.10. Desplazamiento total de diseño y total máximo**

El desplazamiento total de diseño corresponde al desplazamiento de diseño más los desplazamientos adicionales debidos a la torsión natural y accidental y es utilizado para el diseño del sistema de aislamiento o algunos elementos de él. Análogamente, el desplazamiento total máximo incluye los desplazamientos adicionales debidos a la torsión natural y accidental; este desplazamiento es requerido para la verificación de la estabilidad del sistema de aislamiento, para el diseño de las separaciones entre edificios, y para los ensayos de aisladores de prototipo.

### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1. Descripción de la estructura**

Los bloques 1 y 9 son dos estructuras que totalizan 60 metros de largo por 30 metros de ancho aproximadamente. Los edificios tienen 6 pisos y la superficie total del conjunto es de 8350 m<sup>2</sup> aproximadamente. Ambos edificios están estructurados principalmente en base a marcos de hormigón armado.

#### **4.2.2. Definición del sistema de aislamiento**

Para este proyecto se definió la interfaz de aislamiento en un plano horizontal (nivel) ubicado bajo la losa del primer piso, sobre las fundaciones. El sistema de aislamiento quedó conformado por deslizadores friccionales y aisladores sísmicos elastoméricos.

El sistema de aislamiento debe cumplir, dentro de lo posible, con los requisitos planteados en la etapa de prediseño en lo que a rigidez y

amortiguamiento se refiere. La primera de estas hipótesis depende principalmente del compuesto usado en la fabricación de los aisladores, su geometría y la deformación a la que se ven sometidos. En el caso del amortiguamiento, esta propiedad depende de las características del aislador (relación fuerza-deformación no lineal) y su interacción con la estructura. Es por esto que la estimación definitiva del amortiguamiento del sistema se basa en el análisis no lineal de la estructura (MNL). En el caso que el análisis antes mencionado muestre que el amortiguamiento real de la estructura está por debajo del supuesto en la etapa de prediseño se procede a la incorporación de amortiguamiento adicional al sistema mediante el uso de plomo en los núcleos de los aisladores. Los núcleos de plomo en los aisladores generan un aumento en el amortiguamiento de los dispositivos pero también un aumento en la rigidez secante, por lo que se debe tener especial cuidado en la ubicación y cantidad de aisladores con núcleo de plomo. También en el análisis MNL se tiene en consideración el aporte de amortiguamiento que brindan los deslizadores friccionales. La Figura muestra esquemáticamente la ubicación en elevación de los dispositivos en el edificio aislado.

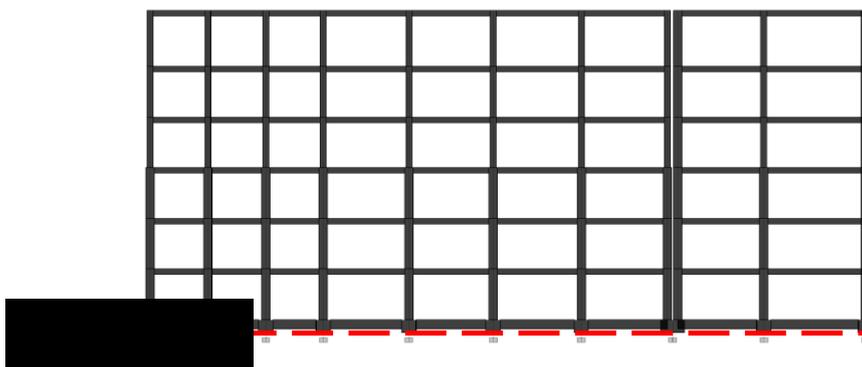


Ilustración 23: Esquema del sistema de aislamiento: nivel de aislamiento en línea segmentada.

#### **4.2.3. Consideraciones básicas en juntas e interfases de instalaciones**

La estructura aislada deberá ser diseñada en su conjunto de modo de admitir una deformación relativa entre sus partes aisladas y fijas de al menos el desplazamiento total máximo (DT M ) más un margen adicional como factor de seguridad. Para efectos de este proyecto, la distancia especificada entre estructuras aisladas y no aisladas es de 24 centímetros. Para conseguir un adecuado comportamiento sísmico y garantizar la serviciabilidad de la estructura tanto para eventos sísmicos menores como para sismos severos, se deben considerar dos aspectos relevantes:

Detallamiento de la junta de aislamiento o GAP: se debe considerar el hecho que la parte aislada del edificio debe poder moverse libremente con respecto al entorno circundante (subestructura, calles, pavimentos exteriores, zonas interiores no aisladas, etc), impidiendo además que entren objetos indeseados, suciedad o agua desde el exterior hacia el

interior del edificio. Es por esto que se hace necesario un detallamiento especial de todo el contorno del edificio y también de todas las partes que conecten la superestructura aislada con la subestructura fija y su entorno, ya sean escaleras, ascensores, rampas de acceso, plataformas, etc.

Interfases de instalaciones: el diseño de todas las instalaciones del edificio que atraviesen la interfaz de aislamiento debe tener en cuenta que existirá una deformación relativa entre las partes aisladas y fijas de la estructura ante un evento sísmico. Es por esto que las instalaciones en estas zonas deberán proveer uniones flexibles que permitan funcionalidad al igual que la capacidad de absorber dicha deformación relativa.

#### **4.2.4. Prediseño del Sistema de Aislamiento Espectro de diseño y máximo**

El espectro de diseño utilizado corresponde al indicado por la Norma Técnica E.030 para suelo tipo  $s_1$  y zona sísmica intermedia entre 2 y 3 ( $Z = 0.30$ ) y corresponde al que se muestra en la Figura. Se ha aplicado un factor de reducción para los períodos mayores a 2.0 s calculado de manera de obtener con el prediseño aproximadamente el mismo corte sísmico que se espera obtener con el análisis tiempo-historia que se realiza en el diseño. Esto permite que la respuesta de los modos aislados (primeros 3 modos de la estructura) quede reducida por el efecto de la disipación adicional de energía del sistema de aislamiento y que los modos altos de la superestructura respondan de acuerdo a una estructura convencional (no aislada). Sin embargo, esta es una aproximación y el

efecto real de dicha disipación sólo podrá ser evaluado con mayor precisión mediante un análisis Tiempo-historia no-lineal que considere la verdadera relación fuerza deformación de cada aislador (la cual es inherentemente no lineal). Esta aproximación se considera adecuada para efectos de un prediseño. Para el caso del espectro representativo del sismo máximo posible, se amplificó el espectro de diseño por el factor 1.5, tal como lo requiere la norma ASCE 7-10.

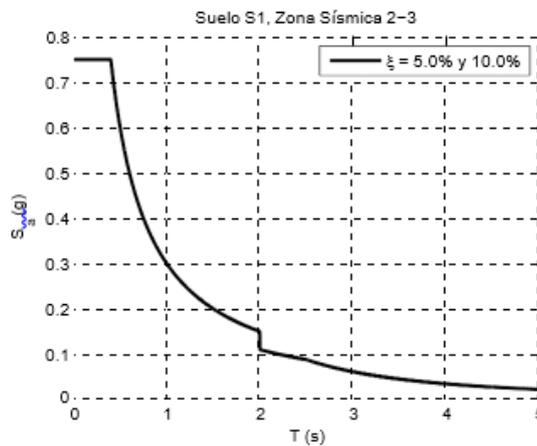


Ilustración 24: Espectro de diseño de la norma E.030 con reducción de **amortiguamiento en períodos altos**

#### 4.2.5. Prediseño de los aisladores

Se estableció como requisito para el diseño del sistema de aislamiento sísmico el lograr una solución que permita alcanzar el menor corte basal de diseño que cumpla con lo exigido por la norma E.030. Esto permite cumplir con la norma y lograr una estructura lo más económica posible, alcanzando siempre las ventajas de desempeño de una estructura aislada.

El diseño del sistema de aislamiento es un proceso iterativo. En primer lugar se determina un período objetivo el cual condiciona la rigidez necesaria del sistema. Además el sistema de aislamiento posee un amortiguamiento (que es dependiente del desplazamiento). A partir de la rigidez y amortiguamiento se obtiene la deformación o desplazamiento del sistema. Finalmente, el desplazamiento del sistema es usado para recalcularse su amortiguamiento e iterar. De la experiencia en diseños anteriores se observa que para efectos de prediseño, entrega buenos resultados asumir un amortiguamiento para el sistema de aislamiento e incorporar este amortiguamiento como una reducción del espectro de diseño. Este amortiguamiento a asumir, depende del tipo de sistema de aislamiento, número de aisladores y estructuración del edificio a aislar. Para este proyecto se consideró un 10 % de amortiguamiento en los modelos lineales del edificio.

Por otro lado, es necesario definir las propiedades geométricas y tipo de compuesto de elastómero a usar en los aisladores para obtener la rigidez y amortiguamiento requeridos y además poder soportar las cargas gravitacionales y sísmicas junto con las deformaciones producto del sismo.

Finalmente, se realizaron iteraciones de modo de satisfacer los requerimientos de corte basal mencionados anteriormente y conseguir un aislador con factores de seguridad a la deformación y a la estabilidad mayores que 1.5 y 2.0, respectivamente. Además, en función de la distribución de cargas gravitacionales se debe buscar la manera de minimizar los efectos torsionales que afectan a edificios con excentricidad de masa respecto al centro de rigidez de la estructura. Este proceso iterativo condujo a usar

distintos tipos de dispositivos. La geometría de los dispositivos a utilizar en el proyecto se muestra en la Tabla Siguiete:

<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	$D_{ext}$ (cm)	$D_{int}$ (cm)	$t_s$ (cm)	$n_r$	$t_r$ (cm)	$D_f$ (cm)	$t_f$ (cm)	$H_r$ (cm)	$H_t$ (cm)	<b>Núcleo Plomo</b>
AS1-1	H4-65	48	65	5	0.3	17	0.8	75	2	13.6	22.4	NO
SL1-1	DFD 300/250	11	-	-	-	-	-	-	-	-	12.0	-

Tabla 1: Dimensiones geométricas de los dispositivos de los bloques 1 y 9

- $D_{ext}$  Diámetro exterior del elastómero
- $D_{int}$  Diámetro interior del núcleo del elastómero  $t_s$  Espesor de las placas intermedias de acero  $n_r$  Número de capas de goma
- $D_f$  Lado de las placas de acero de anclaje
- $t_f$  Espesor de las placas de acero de anclaje
- $t_r$  Espesor de las capas de goma
- $H_r$  Altura total de goma
- $H_t$  Altura total del aislador

Finalmente, el sistema de aislamiento de los bloques 1 y 9 quedará conformado por 48 aisladores elastoméricos y 11 deslizadores. El diámetro de los aisladores es de  $D_e = 65$  cm, altura de goma  $H_r = 13.6$ cm y diámetro interior del aislador igual a  $D_i = 5$ cm. Los deslizadores tendrán un núcleo de 30cm de diámetro y una capacidad de deformación mínima de 23cm.

La distribución en planta de los dispositivos se muestra en la siguiente Figura

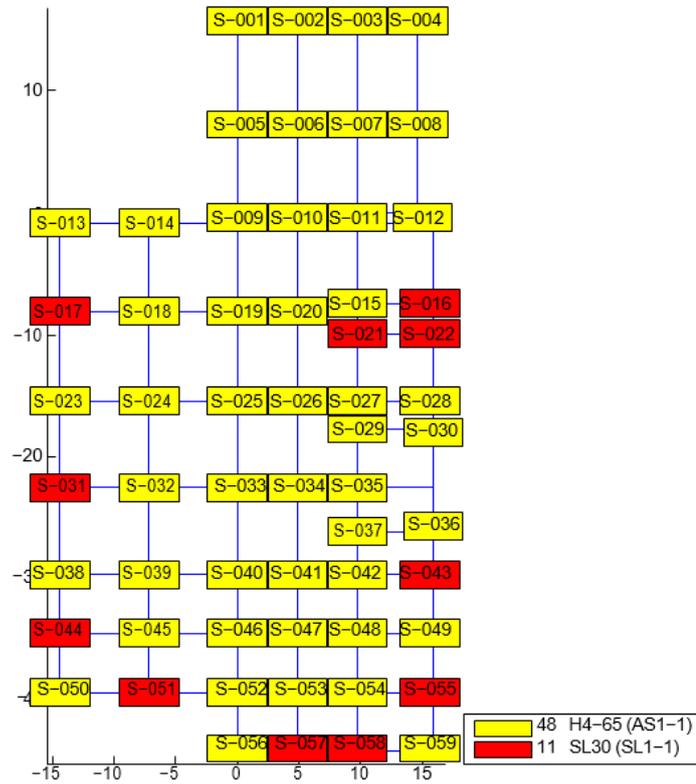


Tabla 2: Vista esquemática del sistema de aislamiento

En general, la denominación de los aisladores y deslizadores será la siguiente:

- Aisladores: HX-YY, donde X representa el módulo de corte del compuesto utilizado e YY el diámetro exterior del aislador.
- Deslizadores: DFD-ZZ/WW, donde ZZ representa el diámetro del núcleo de deslizamiento y WW representa la capacidad de desplazamiento.

### 4.3. Prueba de hipótesis

#### Fuerzas Axiales

Una vez colocadas las señales sísmicas modificadas y teniendo los resultados para el análisis espectral y tiempo-historia se pueden revisar las

fuerzas internas de modo que no existan tracciones que no puedan tomar los aisladores. Los resultados fueron:

Piso	Fuerza Axial (Ton)		Giro	
	X	Y	X	Y
<b>BLOQUE</b>	145.93	687.57	0.00003	0.00003
<b>1</b>	482.54	449.62	0.00001	0.00004
	164.77	566.6	0.00001	0.00001
	344.24	578.52	0.00003	0.00003
	339.53	178.74	0.00001	0.00001
	135.48	430.38	0.00003	0.00000
	125.95	412.24	0.00002	0.00003
	124.72	135.25	0.00001	0.00004
	296.86	578.67	0.00002	0.00001
	479.9	164.58	0.00002	0.00000
	285.82	312.78	0.00003	0.00001
	629.97	276.4	0.00001	0.00003
	217.23	699.27	0.00000	0.00003
	351.85	626.04	0.00000	0.00000
	671.77	446.58	0.00002	0.00001
	283.34	273.64	0.00001	0.00000
	549.6	699.31	0.00002	0.00004
	283.68	383.53	0.00004	0.00002
	714.37	295.73	0.00001	0.00003
	705.69	531.9	0.00003	0.00001

	564.95	151.07	0.00001	0.00002
	141.99	706.82	0.00004	0.00004
	526.94	614.55	0.00002	0.00003
	701.06	580.1	0.00000	0.00000
	483.16	531.29	0.00003	0.00004
	274.64	513.43	0.00004	0.00000
	596.21	343.35	0.00000	0.00003
	131.55	519.71	0.00004	0.00000
	413.89	694.05	0.00000	0.00001
	641.9	181.82	0.00004	0.00000
	436.98	713.45	0.00000	0.00004
	704.13	691.9	0.00002	0.00002
	689.19	641.64	0.00002	0.00003
	349.1	500.96	0.00003	0.00004
	441.05	151.85	0.00004	0.00003
<b>BLOQUE</b>	425.62	586.22	0.00002	0.00004
<b>9</b>	433.76	524.28	0.00003	0.00004
	433.34	355.51	0.00000	0.00004
	555.82	149.32	0.00003	0.00001
	365.99	525.9	0.00002	0.00002
	307.75	556.66	0.00001	0.00004
	589.43	496.47	0.00001	0.00003
	440.77	293.23	0.00002	0.00004
	191.53	692.76	0.00000	0.00002

	325.14	373.74	0.00000	0.00004
	207.77	477.23	0.00002	0.00003
	177.11	288.3	0.00004	0.00001
	493.99	136.32	0.00001	0.00003
	714.35	229.22	0.00002	0.00001
	465.79	330.39	0.00003	0.00003
	252.74	423.78	0.00002	0.00002
	673.82	707.82	0.00003	0.00001
	589.17	281.82	0.00001	0.00003
	585.63	421.01	0.00003	0.00000
	412.63	121.68	0.00001	0.00004
	608.1	524.63	0.00003	0.00002
	676.72	261.41	0.00004	0.00000
	181.74	516.18	0.00004	0.00000
	630.18	392.84	0.00000	0.00004
	683.21	370.05	0.00001	0.00004
	621.5	532	0.00003	0.00001
	629.89	152.72	0.00001	0.00003
	376.22	413.55	0.00004	0.00001
	671.69	305.68	0.00000	0.00003
	558.29	132.58	0.00001	0.00000
	239.64	319.69	0.00004	0.00001
	473.14	625.15	0.00002	0.00002
	570.23	322.58	0.00002	0.00002

	300.5	679.34	0.00001	0.00002
--	-------	--------	---------	---------

Como se ve en las tablas, los resultados obtenidos en las tracciones fueron satisfactorios, pues ningún aislador se vio sometido a dichas fuerzas. Respecto a los giros, se comprobó que estos no superarán valores de 0.003 en las direcciones X y Y. Con el fin de cumplir esto, se dispuso de un arreglo especial para los aisladores que se ubicaban en niveles más bajos. De este modo se realizó una pequeña platea aislada que ayude a que los aisladores no sufran de giros elevados

#### 4.3.1. Rigidez

Para iniciar la comparativa empezaremos por evaluar la rigidez de ambas estructuras frente a las señales introducidas en la plataforma ETABS. Se analizaron las derivas resultantes para cada señal introducida, de modo que se consiguieron los siguientes gráficos para cada sismo Para este sismo las derivas máximas y desplazamientos fueron:

<b>Bloque</b>	<b>Viga</b>	<b>Derivas sin Aislador</b>	<b>Derivas con Aislador</b>
<b>Bloque 1</b>	Viga 1	0.006	0.005
	Viga 2	0.008	0.007
	Viga 3	0.008	0.007
	Viga 4	0.004	0.003
	Viga 5	0.004	0.003

Viga 6	0.005	0.004
Viga 7	0.004	0.003
Viga 8	0.006	0.005
Viga 9	0.005	0.004
Viga 10	0.007	0.006
Viga 11	0.008	0.007
Viga 12	0.004	0.003
Viga 13	0.006	0.005
Viga 14	0.007	0.006
Viga 15	0.004	0.003
Viga 16	0.005	0.004
Viga 17	0.005	0.004
Viga 18	0.005	0.004
Viga 19	0.008	0.007
Viga 20	0.007	0.006
Viga 21	0.007	0.006
Viga 22	0.007	0.006
Viga 23	0.008	0.007
Viga 24	0.007	0.006
Viga 25	0.008	0.007
Viga 26	0.007	0.006
Viga 27	0.008	0.007
Viga 28	0.004	0.003
Viga 29	0.005	0.004

	Viga 30	0.006	0.005
	Viga 31	0.005	0.004
	Viga 32	0.006	0.005
	Viga 33	0.006	0.005
	Viga 34	0.006	0.005
<b>Bloque 9</b>	Viga 1	0.006	0.005
	Viga 2	0.008	0.007
	Viga 3	0.005	0.004
	Viga 4	0.007	0.006
	Viga 5	0.007	0.006
	Viga 6	0.005	0.004
	Viga 7	0.008	0.007
	Viga 8	0.007	0.006
	Viga 9	0.006	0.005
	Viga 10	0.005	0.004
	Viga 11	0.005	0.004
	Viga 12	0.008	0.007
	Viga 13	0.005	0.004
	Viga 14	0.008	0.007
	Viga 15	0.008	0.007
Viga 16	0.005	0.004	
Viga 17	0.004	0.003	
Viga 18	0.008	0.007	
Viga 19	0.008	0.007	

	Viga 20	0.004	0.003
	Viga 21	0.008	0.007
	Viga 22	0.008	0.007
	Viga 23	0.007	0.006
	Viga 24	0.004	0.003
	Viga 25	0.007	0.006
	Viga 26	0.008	0.007
	Viga 27	0.007	0.006
	Viga 28	0.007	0.006
	Viga 29	0.005	0.004
	Viga 30	0.006	0.005
	Viga 31	0.008	0.007

Se aprecia que las derivas en la estructura luego de ser aislada, se redujeron hasta un 20% y la rigidez continúa siendo adecuada.

Con estos resultados tenemos que el modelo de concreto armado presenta una mayor rigidez en X y Y, por lo que la calificación asignada en esta categoría será de 100%

#### 4.3.2. Resistencia

El resumen de cortante en cada piso es la siguiente:

		Empotrado		Aislado	
	Piso	x	y	x	y
<b>Bloque 1</b>	1	5102	9227	2142.84	3875.34

	2	8025	3393	3370.5	1425.06
	3	4927	6926	2069.34	2908.92
	4	2869	7162	1204.98	3008.04
	5	3749	8988	1574.58	3774.96
<b>Bloque 9</b>	1	6010	4216	2524.2	1770.72
	2	7014	2705	2945.88	1136.1
	3	6938	8920	2913.96	3746.4
	4	7981	3383	3352.02	1420.86
	5	5061	4776	2125.62	2005.92

Podemos apreciar que la cortante de entrepiso se ha visto reducida considerablemente debido a los efectos del aislamiento sísmico.

#### 4.4. Discusión de resultados

##### 4.4.1. Costos de la Edificación

###### RESUMEN DE PRESUPUESTO

\*REFORMULACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PIP - MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CAPACIDAD RESOLUTIVA DE LOS  
 Proyecto : SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL REGIONAL DANIEL A. CARRION DEL DISTRITO DE YANACANCHA PROVINCIA DE PASCO-PASCO\* POR  
 MODIFICACION DE LA NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E.30 \*DISEÑO SISMORESISTENTE\*

Propietario : GOBIERNO REGIONAL DE PASCO

Ubicación : PASCO - PASCO - YANACANCHA

	Costo Directo	Gastos Generales 17.00%	UTILIDAD 8.00%	Sub total	IGV 18%	TOTAL S/.
01 ESTRUCTURAS	28,133,792.54	4,782,744.73	2,250,703.40	35,167,240.68	6,330,103.32	41,497,344.00
02 ARQUITECTURA	19,138,721.27	3,253,582.62	1,531,097.70	23,923,401.59	4,306,212.29	28,229,613.87
03 INSTALACIONES SANITARIAS	4,785,421.54	813,521.66	382,833.72	5,981,776.93	1,076,719.85	7,058,496.77
04 INSTALACIONES ELECTRICAS	6,990,320.75	1,188,354.53	559,225.66	8,737,900.94	1,572,822.17	10,310,723.11
05 INSTALACIONES DE COMUNICACIONI	8,924,113.26	1,517,099.25	713,929.06	11,155,141.58	2,007,925.48	13,163,067.06
06 INSTALACIONES DE MECANICAS	<u>11,370,415.29</u>	1,932,970.60	909,633.22	14,213,019.11	2,558,343.44	16,771,362.55
<b>COSTO TOTAL DE INFRAESTRUCTUF</b>	<b>79,342,784.65</b>	13,488,273.39	6,347,422.77	99,178,480.81	17,852,126.55	117,030,607.36
07 EQUIPAMIENTO						70,714,946.16
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>						<b>187,745,553.52</b>

Ilustración 25: Presupuesto de la Edificación Sin Aislador

	Costo Directo	Gastos Generales 17.00%	UTILIDAD 8.00%	Sub total	IGV 18%	TOTAL S/.
01 ESTRUCTURAS	28,274,461.50	4,806,658.46	2,261,956.92	35,343,076.88	6,361,753.84	41,704,830.72
02 ARQUITECTURA	19,138,721.27	3,253,582.62	1,531,097.70	23,923,401.59	4,306,212.29	28,229,613.87
03 INSTALACIONES SANITARIAS	4,785,421.54	813,521.66	382,833.72	5,981,776.93	1,076,719.85	7,058,496.77
04 INSTALACIONES ELECTRICAS	6,990,320.75	1,188,354.53	559,225.66	8,737,900.94	1,572,822.17	10,310,723.11
05 INSTALACIONES DE COMUNICACION	8,924,113.26	1,517,099.25	713,929.06	11,155,141.58	2,007,925.48	13,163,067.06
06 INSTALACIONES DE MECANICAS	11,370,415.29	1,932,970.60	909,633.22	14,213,019.11	2,558,343.44	16,771,362.55
<b>COSTO TOTAL DE INFRAESTRUCTUR</b>	<b>79,483,453.61</b>	13,512,187.11	6,358,676.29	99,354,317.02	17,883,777.06	117,238,094.08
07 EQUIPAMIENTO						70,714,946.16
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>						<b>187,953,040.24</b>

### Ilustración 26: Presupuesto de la Edificación Con Aislador

Descripción	E030 – 2003	E030 - 2016
Presupuesto Edificación	S/. 187,745,553.52	S/. 187,953,040.24

Tabla 3:Fuerzas Internas en Columnas

## CONCLUSIONES

Cuando existen elementos estructurales bidimensionales en general deben emplearse métodos basados en resolver ecuaciones diferenciales, sin embargo, en la presente investigación se ha analizado la estructura con Software SAP2000 que ayuda a resolver las variables planteadas en la hipótesis y el problema. Cuando hablamos de Aisladores sísmicos, Estos sistemas se colocan entre la subestructura y la superestructura de edificios, puentes y también en algunos casos, en la misma superestructura de edificios, y permiten mejorar la respuesta sísmica aumentando los periodos y proporcionando amortiguamiento y absorción de energía adicional, reduciendo sus deformaciones según sea el caso, según nuestra norma peruana para estructuras clasificadas como A1 deben obligatoriamente utilizar este sistema, en tal sentido fue necesario determinar que técnicamente es indiscutible su uso, evidenciándose en el capítulo de resultados que una edificación construida con aisladores sísmicos se comporta mucho mejor en comparación a estructuras que no cuentan con este material, es por ello que técnicamente es mejor, sin embargo en relación al costo se evidencia que para el proyecto del hospital este costara alrededor de S/. 140,000.00 Soles más en relación a un proyecto sin la ejecución de aisladores sísmicos, en tal sentido podemos concluir que El uso de los aisladores sísmicos depende del análisis técnico económico en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco ya que evidencia los pros y contras al utilizar este tipo de material.

- Al realizar el análisis sísmico de la edificación con la norma sismorresistente vigente, se verificó que la deriva máxima fue de

0.0038 el cual se encuentra por debajo del límite permisible que exige la norma de 0.007; por otro lado, se verificó que con las nuevas condiciones que exige la norma técnica E.030 vigente, no existe ningún tipo de irregularidad en altura ni en planta en la estructura, en relación a la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis dinámico fue menor que el 80% de la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis estático, por lo tanto se escaló las fuerzas internas por 1.10 y 1.06 en las direcciones XX e YY respectivamente. En relación a la junta sísmica reglamentaria pasó de ser 5.5 cm a ser 7.0 cm, esto debido a que la expresión para el cálculo de la distancia mínima entre edificaciones, en función de la altura, se vio modificada en la norma técnica E.030 vigente ( $0.006h$ ). Para nuestra edificación, esta expresión representa la distancia más crítica y fue usada para el cálculo de la junta sísmica. Con esto se puede observar que teniendo una misma altura de edificación, la actual norma sismorresistente presenta una mayor exigencia en el tema de juntas sísmicas

- Al realizar el metrado de todos los elementos estructurales y asignarles un precio, basado en el costo de materiales de construcción referencial, se tiene que el mayor incremento de los costos se dio en el precio del concreto en zapatas ya que ahí es donde se incrementó los elementos para disipar las ondas sísmicas. Este incremento fue de S/. 207486.72 soles respecto al análisis realizado

## RECOMENDACIONES

- La norma sismorresistente vigente presenta una mayor rigurosidad en cuanto a estructuras irregulares. Con esta premisa se recomienda realizar el análisis y comparación, tanto estructural y económica, de una estructura irregular diseñada con ambas normas sismorresistentes, la del 2003 y la vigente del 2016.
  - Se recomienda a todos los profesionales actualizarse al cambio de cualquier norma, ya que estas están en constante cambio por las necesidades que requiere las edificaciones.
  - Se debería de incorporar una norma de tsunamis debido a la gran longitud de costa que tiene el peru y tantos poblados cerca al mar.
- 207486.72
- Se recomienda conocer los cambios de la norma peruana en relación a los aspectos que debe conocer el Ingeniero Civil, ya que el objetivo principal de un diseñador de estructuras es lograr elementos estructurales económicos, que cumplan con los requerimientos de seguridad, funcionalidad y estética. Para ello se requiere de un buen análisis y diseño estructural; tareas que comprenden un gran número de cálculos y operaciones numéricas

## BIBLIOGRAFIA

- MOYANO ROSTWOROWSKI, GABRIEL. 2016. Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores. PUCP.
- SENCICO. 2003. Norma Técnica de Edificación E.030, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Construcciones.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2016. Norma E.030, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- SENCICO. 2009. Norma Técnica de Edificación E.060, Concreto Armado. Reglamento Nacional de Construcciones.
- SENCICO. 2004. Norma Técnica de Edificación E.020, Cargas. Reglamento Nacional de Construcciones.
- SENCICO. 2006. Norma Técnica de Edificación E.050, Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Construcciones.
- BLANCO BLASCO, ANTONIO. 2006. Apuntes del Curso Concreto Armado 2. PUCP.
- OTTAZZI PASINO, GIANFRANCO. 2015. Apuntes del Curso Concreto Armado 1. Fondo Editorial PUCP.
- ETABS Nonlinear Version 9.7.4. Computers and Structures Inc. Copyright 1984- 2010.
- SAFE Standard Version 12.3.4. Computers and Structures Inc. Copyright 1978- 2014.
- MUÑOZ PELAEZ, ALEJANDRO. 2009. Apuntes del curso de Ingeniería Sismorresistente. PUCP.

- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO.  
2011. Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y  
Habilitaciones Urbanas. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- GRUPO S10. 2017. Revista Costos: Construcción, Arquitectura e  
Ingeniería. Ed. 276, Marzo.

## ANEXO

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		SUBVARIABLES O DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA/DISEÑO
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Es necesario técnica y económicamente el uso de Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las fuerzas axiales en la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?</li> <li>• ¿Cuál es la Rigidez de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?</li> <li>• ¿Cuál es la Resistencia de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?</li> <li>• ¿Cuál es el costo de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar técnica y económicamente el uso de Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las fuerzas axiales en la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• Analizar la Rigidez de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• Analizar la Resistencia de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• Analizar el costo de la estructura al usar Aisladores Sísmicos en la Construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de los aisladores sísmicos depende del análisis técnico económico en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de los aisladores sísmicos depende del análisis de las fuerzas axiales en la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• El uso de los aisladores sísmicos depende de la rigidez en la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• El uso de los aisladores sísmicos depende de la resistencia en la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> <li>• El uso de los aisladores sísmicos depende del costo de la estructura en la construcción del Hospital Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia en el uso de aisladores sísmicos</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Influencia en las edificaciones ”</li> </ul>	<p><b>Definición conceptual</b></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Ante solicitudes sísmicas el uso de aisladores es analizado el comportamiento económico y técnico en su construcción.</p> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Análisis técnico y económico del aislador en una edificación.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis técnico,</li> <li>• Análisis económico</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortiguación</li> <li>• Rigidez</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo</li> <li>• Resistencia compresión</li> <li>• Resistencia tracción</li> <li>• Rigidez</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por el tipo de enfoque: CUNTITATIVO Y CUALITATIVO</li> <li>• Por su finalidad: APLICADA Por el nivel de investigación: EXPLICATIVO</li> </ul> <p><b>Diseño de la Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental Descriptivo</li> </ul> <p><b>Método de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método estadístico</li> </ul> <p><b>Técnicas de Recolección de Datos</b></p> <p>Análisis Documental</p> <p><b>Instrumentos de Recolección de Datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro de Registro de Datos</li> <li>• Cuadro de clasificación de categorías de datos</li> </ul>

# MEMORIA DE CÁLCULO DE SISTEMA DE AISLAMIENTO

## Proyecto Diseño del Sistema de Aislamiento Sísmico para el Hospital de Cerro de Pasco (Blocks 1 y 9)

### 1.1. Verificación no-lineal del sistema de aislamiento sísmico

#### 1.1.1. Modelo estructural no lineal

El modelo estructural lineal equivalente descrito en 1.1.3 y 2.3 fue complementado de modo de incluir el comportamiento no lineal de los aisladores sísmicos. El modelo generado se muestra en la Figura 4.1.

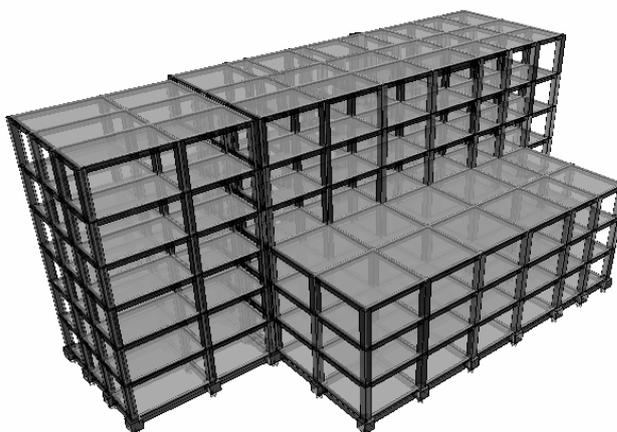


Figura 4.1: Modelo estructural de los bloques 1 y 9

#### 1.1.2. Relaciones constitutivas de los aisladores

Los aisladores elastoméricos son modelados mediante constitutivas bi-lineales calibradas inicialmente para un desplazamiento igual al calculado en la etapa de Prediseño del sistema de aislamiento. La forma de la relación bi-lineal está calibrada sobre la base de numerosos ensayos realizados a aisladores de distintas rigideces y tamaños. En la Figura 4.2 se muestra

gráficamente la constitutiva no lineal considerada típicamente para aisladores elastoméricos. Como se ve en la figura, la curva queda definida por 3 valores:  $K_1$ ,  $K_2$  y  $F_y$ .  $K_1$  representa la rigidez inicial de la relación bi-lineal,  $K_2$  es la rigidez post fluencia y  $F_y$  es la capacidad o fuerza para la cual se produce el cambio de rigidez.

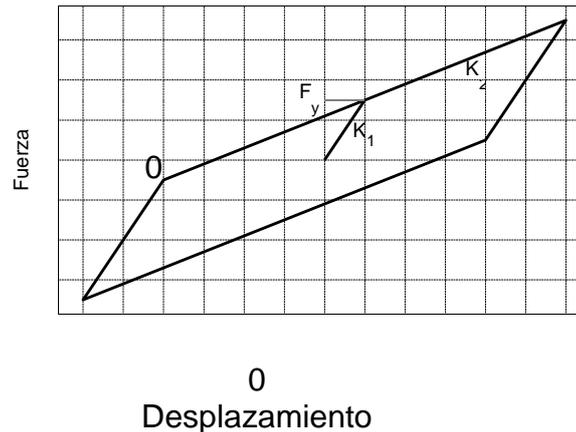


Figura 4.2: Modelo de relación constitutiva bi-lineal considerada para el aislador elastomérico

### 1.1.3. Registros sísmicos

Para la realización de los análisis no lineales de historia en el tiempo se generaron 3 registros sísmicos artificiales compatibles con el espectro de diseño definido en 2.1 pero sin considerar la reducción por disipación adicional de energía mencionada en la misma sección. Dichos sismos están basados en registros sísmicos reales obtenidos en las localidades de Pichilemu (N-S), Quintay (N-S) y Zapallar (E-O) durante el terremoto ocurrido en la zona central de Chile el año 1985 y el terremoto ocurrido en la zona sur de Chile el año 2010. Para la generación de los registros artificiales se utilizaron las componentes reales que presentaron las mayores aceleraciones y que fueron medidas en zonas con calidad del suelo similar a la de este proyecto. La Figura 4.3 muestra los registros generados para el proyecto. La Figura 4.4 muestra el espectro de respuesta para los tres sismos artificiales basados en el espectro de Diseño y su comparación con el espectro de la norma E.030

(Suelo s1, Zona Sísmica intermedia entre 2 y 3 ( $Z = 0.30$ ) y  $\xi = 5\%$ ). De acuerdo con lo indicado en el artículo 4.7.3 de la norma E.030, los resultados se obtienen a partir de la envolvente de las respuestas a los 3 registros sísmicos.

#### 1.1.4. Cargas y deformaciones en los aisladores

Una vez realizados los análisis no lineales se deben comparar las deformaciones obtenidas en los aisladores con las deformaciones calculadas mediante el MLE, con el fin de verificar que el amortiguamiento supuesto en la etapa de prediseño para los modos aislados cumpla con el objetivo propuesto (10 %). De ser así, se procede con el diseño de los aisladores.

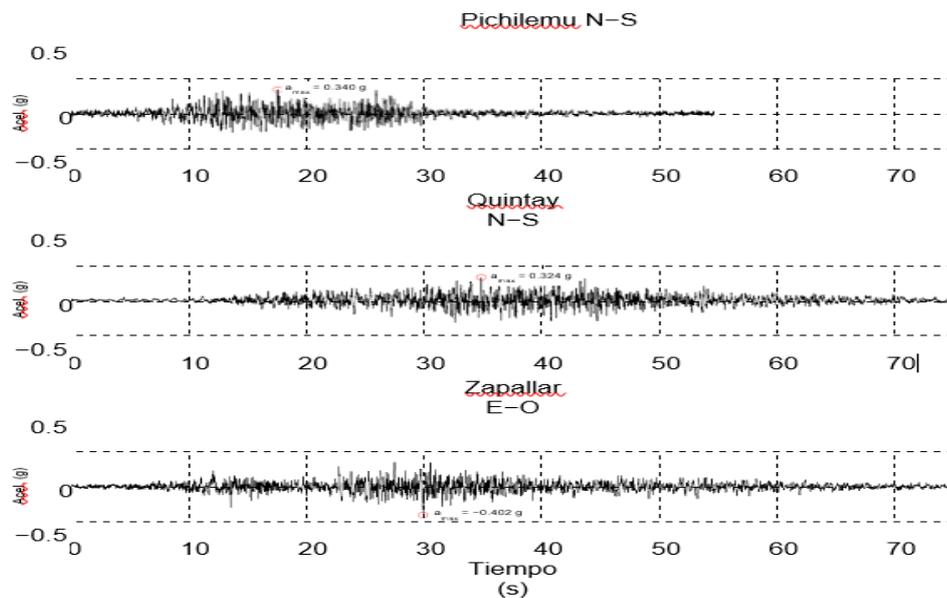


Figura 4.3: Registros artificiales utilizados en el análisis

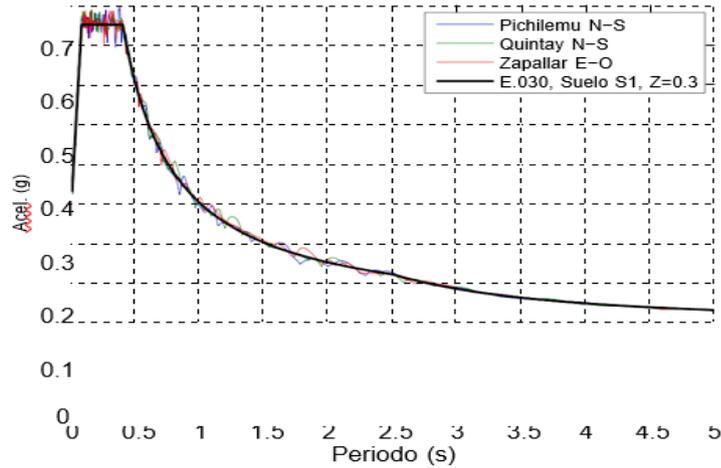


Figura 4.4: Espectros de respuesta para sismos artificiales basados en el espectro de Diseño

### 1.1.5. Carga en el aislador más solicitado

Para el diseño de los elementos del sistema de aislamiento se definen las siguientes combinaciones de carga, donde D representa a las cargas de peso propio de la estructura, L representa a las cargas de sobrecarga en l estructura, Ec representa las cargas axiales de compresión debidas al sismo máximo y Et las cargas axiales de tracción debidas al sismo máximo.

$$PST = 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot L + 1.0 \cdot Ec$$

$$PST\ t = 0.8 \cdot D + Et$$

$$PLT = D + 0.5 \cdot L$$

Las cargas para los dispositivos más solicitados de cada tipo se muestran en la Tabla 3.

ITEM	Dispositiv	
	H4-	DFD
<i>PST</i>	466.	21
<i>PST</i>	-2.1	28.
<i>PLT</i>	343.	13

#### 1.1.6. 4.4. Desplazamientos de diseño y máximos

La Tabla 4 resume las deformaciones de diseño y máximas para la envolvente de los distintos análisis realizados.

Tabla 4: Deformaciones de Diseño y Máxima

	Demanda	Deformac
Diseñ	<i>DD</i> ( <i>cm</i> )	9. 8
Máxi	<i>DM</i> ( <i>cm</i> )	16 .5

#### 1.1.7. Verificación del diseño de los aisladores

Todos los aisladores se verificaron de acuerdo a 1.1.6. El diseño definitivo valida la solución propuesta en la etapa de prediseño en cuanto a geometría, cantidad, ubicación y tipo de dispositivos. Las propiedades mecánicas finales obtenidas para los aisladores utilizados en el proyecto se muestran en la Tabla 5. El anexo A muestra la ficha de verificación del aislador más solicitado para cada tipo.

Tabla 5: Propiedades mecánicas de los aisladores

<b>Aisladore</b>	H4-65	<b>Comentario</b>
<i>G</i>	5.20	Módulo de corte para la
<i>Kh(tonf/m)</i>	126	Rigidez horizontal para la
<i>Kv(tonf/m)</i>	181000	Rigidez vertical del aislador
<b>Deslizado</b>	DFD	<b>Comentario</b>
<i>μequiv</i>	7.2 %	Coeficiente de roce para la
<i>Kh(tonf/m)</i>	124	Rigidez horizontal para la
<i>Kv(tonf/m)</i>	59000	Rigidez vertical del deslizador

#### 1.1.8. Desempeño del edificio aislado

Los resultados presentados a continuación corresponden a los obtenidos mediante los análisis de Tiempo-Historia, considerando en todos los casos las

envolventes de los tres registros sísmicos utilizados. A continuación se muestran las respuestas para el sismo de diseño y el sismo máximo.

### 1.1.9. Sismo de Diseño

Las respuestas globales del edificio se muestran en la Tabla 6. Esta tabla incluye la aceleración en la losa inmediatamente sobre los aisladores sísmicos, la deformación de entrepiso (normalizada a la altura de piso) máxima en la estructura, el corte elástico en la interfaz de aislamiento (sin ningún factor de reducción), el corte en la interfaz de aislamiento con el cual fue diseñada la estructura, el porcentaje de corte de diseño con respecto a la masa de la estructura y una estimación de la demanda real de ductilidad sobre la estructura. Esta última se calcula como el corte elástico en la interfaz de aislamiento dividido por la capacidad nominal que se le otorgará a la estructura (una estimación conservadora para ésta capacidad es  $V_n = V_{dis} \cdot 1.4/0.9$ ).

### 1.1.10. Sismo Máximo Posible

Adicionalmente se analizó la respuesta de la estructura para el sismo máximo posible, para lo que fueron incrementadas en un 50 % las aceleraciones introducidas debido al sismo de diseño. La Tabla 7 muestra los resultados para este caso.

Tabla 6: Respuestas globales para sismo de diseño, direcciones X e Y

	X	Y
Drift elástico máximo	2.3	5.3
Corte elástico superestructura	715	724
Corte de diseño	376	376
$V_{dis}/W_{sup}$	0.03	0.03
Demanda de ductilidad real	1.2	1.2

Tabla 7: Respuestas globales para sismo máximo posible, direcciones X e Y

	X	Y
Drift elástico máximo	2.7	5.9
Corte elástico superestructura	102	103
Corte de diseño	376	376
$V_{dis}/W_{sup}$	0.03	0.03
Demanda de ductilidad real	1.7	1.7

### 1.1.11. Conclusiones finales

El diseño del sistema de aislamiento sísmico propuesto permitió reducir el corte de diseño de la estructura, a un valor cercano al mínimo exigido por la norma E.030, incorporando además las ventajas de una estructura aislada como son: seguridad estructural y protección de contenido.

Las demandas de ductilidad máximas estimadas sobre la estructura para el sismo de diseño (10 % de probabilidad de excedencia en 50 años) y para el sismo máximo posible (sismo de diseño amplificado un 50 %) son 1.24 y 1.77, respectivamente. Estos valores son considerados bajos e indican que la estructura aislada, aún durante un evento sísmico severo, prácticamente no tendrá incursión en rango no lineal (demanda de ductilidad igual a 1 significa comportamiento elástico, una estructura convencional tiene demandas de ductilidad que varían entre 4 y 9). Es por esto que se espera que el edificio no tenga daños estructurales después de dicho evento sísmico.

Las deformaciones de entrepiso elásticas máximas en la superestructura son 5.36 y 5.95 por mil para el sismo de diseño y máximo posible, respectivamente. Estos valores corresponden a una estimación realista de las deformaciones que



## A.2. Aislador AS1-1 (H4-65)

### A.2.1. Solicitaciones

Las fuerzas sobre el aislador más solicitado fueron obtenidas del modelo MNL y son las siguientes: peso propio (D): 309.0 ton sobrecarga (L): 68.4 ton carga axial sismo máximo (Ec): 61.6 ton

### A.1.1. Condiciones de diseño

Se consideraron las siguientes condiciones de diseño:

- geometría aislador: anular
- tipo de elastómero: goma natural
- combinación de carga para diseño:  $PST = 1.2D + 0.5L + Ec$

## A.2. Aislador AS1-1 (H4-65)

### A.2.1. Solicitaciones

- Las fuerzas sobre el aislador más solicitado fueron obtenidas del modelo MNL y son las siguientes: peso propio (D): 309.0 ton
- sobrecarga (L): 68.4 ton
- carga axial sismo máximo (Ec): 61.6 ton

### A.2.2. Diseño del aislador

deformación de rotura del elastómero:	$\epsilon_r = 6.0$ ( 600
compuesto de elastómero considerado:	H4
rigidez objetivo del aislador:	1.26 ton/cm
diámetro exterior ( $D_e$ ):	65 cm
diámetro interior ( $D_i$ ):	5 cm
número de capas de goma internas ( $n_r$ ):	17
espesor de las capas de goma interna ( $t_r$ ):	0.8 cm
espesor de las placas de acero	0.3 cm
intermedias ( $t_s$ ):	2.0 cm

altura de goma total ( $H_r$ ):	13.6 cm
altura total del aislador ( $H$ ):	22.4 cm

### A.2.3. Verificación

Para el aislador definido por esta geometría se obtienen los siguientes Factores de Seguridad ante las sollicitaciones descritas.

(a) deformación angular por corte ( $\gamma_s$ )

$$\gamma_s = \frac{Dv^*}{H_r} = 1.51 \quad (151\%) \quad |$$

(b) deformación angular por compresión ( $\gamma_c$ )

$$P_{ST} = 466.6 \text{ ton}$$

La deformación angular debida a la carga de compresión  $P_{ST}$  es:

$$\gamma_c = 1.50 \quad (150\%)$$

(c) deformación angular total ( $\gamma_0$ )

$$\begin{aligned} \gamma_0 &= \gamma_s + \gamma_c \\ \gamma_0 &= 1.51 + 1.50 \\ \gamma_0 &= 3.02 \quad (302\%) \end{aligned}$$

(d) Factor de seguridad

$$FS_d = \frac{0.85 \cdot \frac{\epsilon_r}{\gamma_0}}{1.69} = \frac{0.85 \cdot 6.0}{1.69 \cdot 3.02}$$

▪ Factor de Seguridad a la estabilidad

(a) carga crítica de pandeo

$$P_{cr} = 1296.6 \text{ ton}$$

(b) Factor de seguridad

$$FS_v = \frac{P_{cr}}{P_{St}} = \frac{1296.6}{466.6} \approx 2.78$$

## Tabla de cargas en dispositivos

Tabla 8: Cargas sobre los dispositivos

Ubicación	Tipo	Denom.	<i>D</i> (ton)	<i>L</i> (ton)	<i>Et</i> <i>M</i>	<i>Ec</i> <i>M</i>	<b>1.2<i>D</i> + 0.5<i>L</i> + <i>Ec</i></b>	<b>0.8<i>D</i> + <i>Et</i></b>	<b><i>D</i>+0. 5<i>L</i></b>
S-001	AS1-	H4-65	107.	21.7	-67.7	69.3	208.9	18.2	118.
S-002	AS1-	H4-65	155.	39.1	-46.9	47.9	253.9	77.4	174.
S-003	AS1-	H4-65	155.	38.9	-48.4	49.9	255.4	75.7	174.
S-004	AS1-	H4-65	107.	21.6	-68.5	67.3	206.6	17.2	117.
S-005	AS1-	H4-65	162.	39.8	-66.1	65.7	280.9	64.1	182.
S-006	AS1-	H4-65	240.	71.3	-17.2	15.7	340.1	175.3	276.
S-007	AS1-	H4-65	245.	71.9	-17.7	17.1	347.6	178.7	281.
S-008	AS1-	H4-65	163.	39.9	-65.7	66.8	282.6	64.9	183.
S-009	AS1-	H4-65	245.	52.1	-	100.9	421.2	93.9	271.
S-010	AS1-	H4-65	286.	66.4	-48.1	56.8	433.5	181.0	319.
S-011	AS1-	H4-65	309.	68.4	-48.5	61.6	466.6	198.7	343.
S-012	AS1-	H4-65	212.	40.5	-	138.8	414.2	40.7	232.
S-013	AS1-	H4-65	74.8	15.9	-28.3	26.2	123.8	31.5	82.7
S-014	AS1-	H4-65	124.	31.5	-21.5	18.2	183.2	78.0	140.
S-015	AS1-	H4-65	199.	46.1	-54.6	50.6	312.8	104.8	222.
S-016	SL1-	DFD	108.	20.1	-56.2	61.5	201.5	30.4	118.
S-017	SL1-	DFD	112.	28.9	-26.6	23.7	173.6	63.7	127.
S-018	AS1-	H4-65	218.	64.3	-3.9	4.1	298.3	170.8	250.
S-019	AS1-	H4-65	253.	67.3	-45.6	46.6	384.6	157.3	287.
S-020	AS1-	H4-65	269.	71.4	-43.6	46.5	405.4	171.9	305.
S-021	SL1-	DFD	100.	22.7	-35.1	33.9	165.9	45.3	111.
S-022	SL1-	DFD	99.1	17.5	-50.8	57.1	184.8	28.5	107.
S-023	AS1-	H4-65	127.	32.6	-29.7	26.9	196.2	72.3	143.
S-024	AS1-	H4-65	212.	62.7	-3.1	2.5	288.9	166.9	243.
S-025	AS1-	H4-65	248.	66.1	-43.8	47.2	378.9	155.3	281.
S-026	AS1-	H4-65	243.	63.9	-16.0	13.2	337.8	179.1	275.
S-027	AS1-	H4-65	162.	34.8	-	116.4	328.9	-0.3	180.
S-028	AS1-	H4-65	109.	15.7	-89.7	108.0	247.1	-2.1	117.
S-029	AS1-	H4-65	152.	29.9	-84.3	94.0	292.3	37.9	167.
S-030	AS1-	H4-65	115.	14.3	-93.6	123.3	269.5	-0.9	123.
S-031	SL1-	DFD	109.	27.8	-25.5	23.3	168.0	61.7	122.
S-032	AS1-	H4-65	213.	62.7	-2.7	2.5	290.0	168.2	244.
S-033	AS1-	H4-65	247.	65.2	-42.7	46.2	376.2	155.6	280.

Tabla 8: Cargas sobre los dispositivos (Continuación)

<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Denom.</b>	<b>D</b> (ton)	<b>L</b> (ton)	<b>Et</b> <b>M</b>	<b>Ec</b> <b>M</b>	<b>1.2D +</b> <b>0.5L +</b>	<b>0.8D +</b> <b>Et</b>	<b>D+0.</b> <b>5L</b>
S-035	AS1	H4-65	186	42.	-	34.6	278.9	115.9	207.1
S-036	AS1	H4-65	217	37.	-	67.9	347.6	98.4	236.2
S-037	AS1	H4-65	171	39.	-	18.5	244.0	119.3	191.2
S-038	AS1	H4-65	115	28.	-	29.0	181.6	62.3	129.5
S-039	AS1	H4-65	182	52.	-	19.4	263.8	122.0	208.1
S-040	AS1	H4-65	215	54.	-	46.5	332.4	130.4	242.8
S-041	AS1	H4-65	212	54.	-	16.3	298.7	150.3	239.8
S-042	AS1	H4-65	187	44.	-	77.5	324.3	88.7	209.3
S-043	SL1	DFD	103	19.	-	52.2	185.8	40.5	112.9
S-044	SL1	DFD	72.	16.	-	21.3	116.3	35.9	80.6
S-045	AS1	H4-65	160	43.	-3.2	2.9	216.8	125.0	181.8
S-046	AS1	H4-65	182	43.	-	46.8	288.0	104.1	204.6
S-047	AS1	H4-65	185	45.	-2.1	2.7	247.9	146.3	208.1
S-048	AS1	H4-65	202	49.	-	19.7	288.0	142.1	227.8
S-049	AS1	H4-65	164	33.	-	52.8	266.7	77.3	181.1
S-050	AS1	H4-65	66.	12.	-	46.1	132.0	11.0	72.6
S-051	SL1	DFD	86.	19.	-	40.1	153.7	32.8	96.2
S-052	AS1	H4-65	153	33.	-	44.8	246.2	82.5	170.6
S-053	AS1	H4-65	185	44.	-2.5	2.8	247.6	145.9	207.6
S-054	AS1	H4-65	212	51.	-	21.2	301.3	147.0	237.6
S-055	SL1	DFD	113	23.	-	37.9	185.8	52.6	125.2
S-056	AS1	H4-65	99.	15.	-	68.9	195.5	14.1	106.9
S-057	SL1	DFD	106	21.	-	54.2	191.9	43.3	116.6
S-058	SL1	DFD	118	23.	-	59.7	214.0	50.2	130.6
S-059	AS1	H4-65	117	20.	-	66.1	217.3	43.0	127.7