

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DE RACK ACUMULATIVO SISMO RESISTENTE EN  
ALMACÉN LOGÍSTICO DINET PERU S.A”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**CARHUAMACA VILLENA, GASPAR ENRIQUE**

**Villa El Salvador  
2015**

## DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mi universidad UNTELS y a mis padres Jose Luis Carhuamaca Cance y Teresa Jesus Villena Tirapo que siempre me ayudaron de forma incondicional. A mi hermano Jean Carlos Carhuamaca Villena y familia en general por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis agradezco a los docentes que forjaron mi formación profesional y lograron que mis metas sean completas y para el beneficio de la patria.

A mi familia por estar apoyándome en las situaciones más difíciles de mi carrera y lograron que no me desvíe de mis objetivos propuestos.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado de mi tesis por permitir que mis experiencias, investigaciones y conocimientos pueda ser modelo de su futura formación profesional.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I: PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	2
1.2 Justificación del Proyecto .....	3
1.3 Delimitación del Proyecto .....	3
1.4 Formulación del problema .....	4
1.5 Objetivos .....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivo específico.....	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación .....	6
2.2 Bases teóricas.....	7
2.3 Marco conceptual.....	14
CAPITULO III: DISEÑO DE RACK ACUMULATIVO SISMORESISTENTE EN ALMACEN LOGISTICO .....	17
3.1 Análisis para el diseño e implementación del rack acumulativo sismo-resistente en almacén logístico.....	17
3.2 Diseño de rack acumulativo sismo-resistente .....	30
3.3 Revisión y consolidación de resultados .....	40
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES .....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS.....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura 01 .....	04
Figura 02 .....	10
Figura 03 .....	10
Figura 04 .....	11
Figura 05 .....	11
Figura 06 .....	12
Figura 07 .....	12
Figura 08 .....	13
Figura 09 .....	19
Figura 10 .....	29
Figura 11 .....	30
Figura 12 .....	31
Figura 13 .....	32
Figura 14 .....	33
Figura 15 .....	34
Figura 16 .....	35
Figura 17 .....	36
Figura 18 .....	37
Figura 19 .....	39
Figura 20 .....	40
Figura 21 .....	40
Figura 22 .....	41
Figura 23 .....	41

Figura 24 .....	42
Figura 25 .....	42
Figura 26 .....	43

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01 .....	08
Tabla 02 .....	20
Tabla 03 .....	20
Tabla 04 .....	20
Tabla 05 .....	22
Tabla 06 .....	23
Tabla 07 .....	24
Tabla 08 .....	25
Tabla 09 .....	43

## **RESUMEN**

El presente proyecto: Diseño de rack acumulativo sismoresistente en almacén logístico DinetPeru S.A. se realizó con la finalidad de cumplir los requerimientos acordes a las operaciones internas por incremento de productividad con el objetivo de determinar la mejor opción para el presente proceso logístico en la Cía. DinetPeru S.A. así demostrando que el Rack Acumulativo sismorresistente seleccionado es el idóneo para los procesos en la cadena logística que se desarrolla dentro de la compañía.

**Palabras clave: Diseño de rack, sismorresistente.**



## **ABSTRAC**

This project: Design of earthquake-resistant accumulative rack in logistics warehouse DinetPeru S.A. was carried out in order to meet the requirements according to internal operations for increased productivity in order to determine the best option for the current logistics process in Cía. DinetPeru S.A. thus demonstrating that the selected earthquake-resistant accumulative rack is the ideal one for the processes in the logistics chain that is developed within the company.

**Keywords: Rack design, earthquake resistant.**

## **INTRODUCCION**

En el presente proyecto se dará explicación de los fundamentos teóricos, prácticos y cálculos para el diseño e implementación de rack acumulativo sísmo-resistente en la empresa DinetPeru S.A. ubicada en Calle 03 Lote 13 Asociación Agropecuaria: Villa Rica de la Tablada de Lurín – Villa el Salvador; con la finalidad de brindar el soporte necesario, satisfacer la necesidad de atender el abastecimiento de productos estándares y brindar soluciones alternas de acuerdo a los diferentes requerimientos de almacenaje de nuestros clientes internos.

El siguiente proyecto comprende de los siguientes capítulos:

El capítulo I se presenta el planteamiento del problema, descripción de la realidad problemática, justificación, delimitación del proyecto, formulación del problema y el objetivo general y específico.

A su vez en el capítulo II se dará a conocer los aspectos del marco teórico relacionados a los antecedentes de la investigación, bases teóricas y el marco conceptual que define los términos representativos del proyecto.

Así mismo en el capítulo III se da a conocer el diseño e implementación del rack acumulativo, fundamentos mecánicos y accesorios necesarios para la instalación.

Finalmente se redactan las conclusiones y recomendaciones, bibliografía y anexos.

## CAPITULO I: PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El crecimiento del flujo de las operaciones de la empresa logística ha traído como consecuencia la aparición de una gran cantidad de implementaciones metalmecánicas para el uso de almacenaje de sus mercaderías, haciendo que sus inversiones por este tipo de proyectos sean elevadas y loguen un mayor flujo de sus operaciones.

Otro problema que se tiene en las operaciones logísticas es que las mercaderías paletizadas son acomodadas en pasillos de transito de equipos elevadores y traspallet eléctricos, pasillos de tránsito peatonal y zonas de acceso en caso de emergencias, haciéndose propensos a algún

tipo de riesgo hacia la integridad física de los colaboradores y a la infraestructura de la empresa.

## 1.2 Justificación del Proyecto

Con los reportes mencionados se hizo una evaluación para identificar la naturaleza del problema, es por tal motivo que se optó por implementar el rack acumulativo en el almacén. Con esta implementación se podrá ganar posiciones de almacenaje y cubrir las necesidades primordiales para las operaciones.

Se evitará el envío de reportes de seguridad, así como los problemas sostenidos para las vías de tránsito de equipos y personal operativo. El propósito de este diseño es cumplir con los requisitos que exige la operación logística dentro del almacén.

## 1.3 Delimitación del Proyecto

El actual proyecto está enmarcado en el ámbito del diseño y la implementación de un rack acumulativo sismo-resistente, la cual está ubicada en Calle 03 Lote 13 Asociación Agropecuaria: Villa Rica de la Tablada de Lurín – Villa el Salvador. Se muestra croquis del predio en la figura #01.

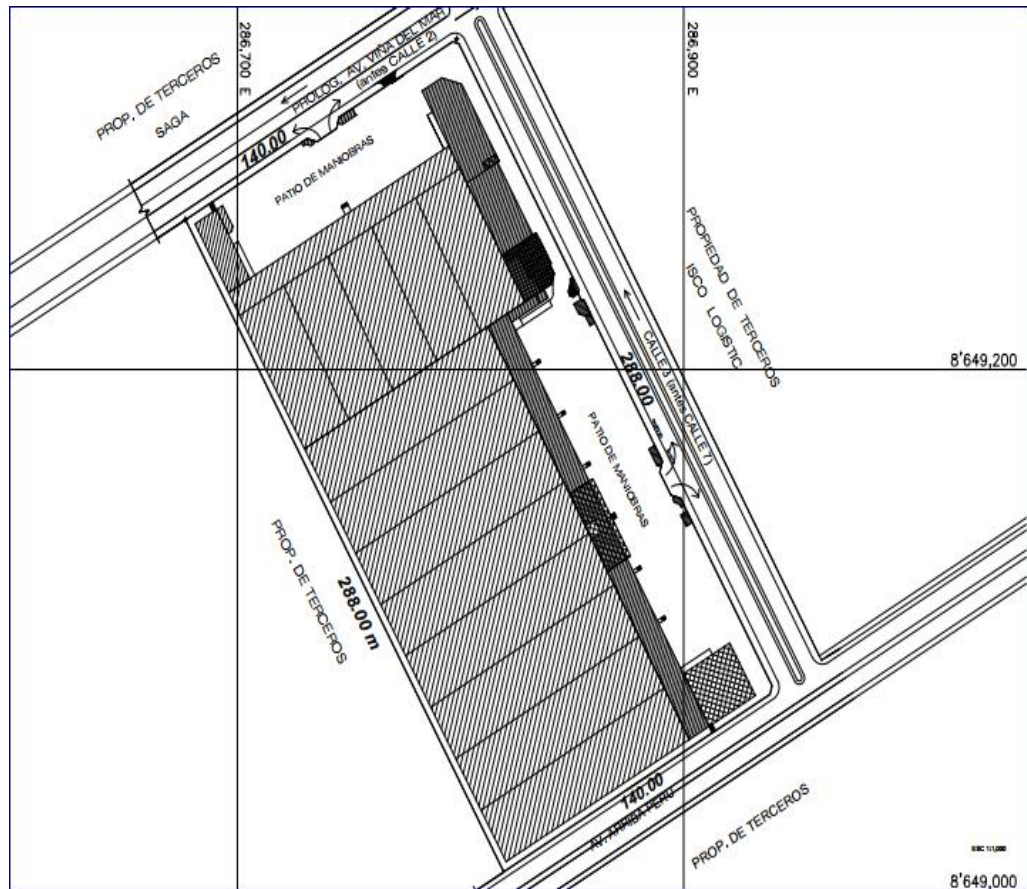


Figura 01 Ubicación del almacén logístico donde se realizará la implementación.  
Fuente: Google Maps

#### 1.4 Formulación del problema

##### 1.4.1 Formulación del problema general

¿Cómo será el diseño e implementación de rack acumulativo sismo-resistente en almacén logístico?

##### 1.4.2 Formulación del problema específico

¿Cuál sería el resultado del diseño e implementación del rack acumulativo?

¿Qué resultados tendría al seleccionar este tipo racks?

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Diseñar rack acumulativo sismo-resistente en almacén logístico que permita brindar una solución integral para las operaciones internas de almacenaje y distribución.

### 1.5.2 Objetivo específico

- Cumplir con los requerimientos de la empresa en sus operaciones logísticas.
- Seleccionar los materiales adecuados para la instalación de racks

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Helvin Jose Willians Colina (2009) en su tesis de grado ingeniero de materiales con el proyecto de grado: “Diseño y construcción de modelo rack para almacenamiento de productos paletizados”, su objetivo es dar a conocer los pasos para diseñar rack usados para el almacenamiento de productos paletizados. Tomando en cuenta los elementos para la preparación de la documentación requerida para la fabricación del producto; supervisión del proceso productivo del producto y verificación en la capacidad de carga del producto.

Así mismo Ronald Stuardo Murga Castillo (2011) en su trabajo de graduación “Aspecto técnico a considerar para el diseño, fabricación e instalación de racks para un almacén”; detalla que cada almacén es único de acuerdo con sus necesidades. Por tal motivo, es prescindible establecer formas para clasificar los almacenes, algunos de los parámetros utilizados para su clasificación son: función logística, relación con el flujo de producción, material a almacenar, ubicación.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Carga muerta

Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos componentes tales como vigas, techos, pisos, cubiertas, columnas y elementos arquitectónicos: acabados, ventanas, divisiones. También se denominan cargas fijas. Su símbolo “D” corresponde a la inicial en inglés de Dead (muerto).

La principal carga muerta es el peso propio de la estructura. Sus resultados se obtienen a partir del peso específico del material de la estructura y el volumen estructural. Aunque es el tipo de carga más fácil de estimar, su monto depende de la magnitud de las partes estructurales, las cuales se desconocen al inicio del proceso. Es necesario recurrir a estimaciones del valor inicial. Esta acción será aproximada, dependiendo en gran medida del grado de experiencia del diseñador. En los casos recurrentes aquella estimación inicial será suficiente; pero en



casos no rutinarios, será necesario considerar de nuevo el peso estructural y reexaminar el diseño.

Para elementos longitudinales (vigas), la carga se estima por unidad de longitud. Ha sido recurrente tener que evaluarla en el sistema MKS (sistema de unidades basado en el metro, el kilogramo y el segundo). Sin embargo, en vigencia la norma NSR-98 se debe de contemplar realizarlo en el Sistema Internacional (SI): N/m, kN/m. según valores mencionados en la tabla 01.

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO</b>	<b>DENSIDAD</b>
Concreto simple	23 kN/m <sup>3</sup>	2300 kg/m <sup>3</sup>
Concreto reforzado	24 kN/m <sup>3</sup>	2400 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería de ladrillo	18 kN/m <sup>3</sup>	1800 kg/m <sup>3</sup>
Acero	78 kN/m <sup>3</sup>	7850 kg/m <sup>3</sup>
Madera laminada	6 kN/m <sup>3</sup>	600 kg/m <sup>3</sup>
Madera, densa, seca	7,5 kN/m	750 kg/m <sup>3</sup>
Arena, grava, tierra suelta	16 kN/m <sup>3</sup>	1600 kg/m <sup>3</sup>
Arena, grava compactada	19 kN/m <sup>3</sup>	1900 kg/m <sup>3</sup>
Macadam	22 kN/m <sup>3</sup>	2200 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería de piedra	27 kN/m <sup>3</sup>	2700 kg/m <sup>3</sup>
Mortero de pega	21 kN/m <sup>3</sup>	2100 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 01 *Pesos corrientes*  
Fuente: Norma NSR-98

### 2.2.2 Carga sísmica

La carga sísmica define las acciones de un de un evento natural (sismo) dentro del cual pueda provocar sobre la estructura de una construcción y que deben ser soportadas por ésta. Es transmitida mediante el suelo, estructuras contiguas o por el impacto de las olas de los maremotos.

### 2.2.3 Método modal espectral

El método modal espectral es empleado universalmente para el cálculo de las fuerzas sísmicas, puesto que los espectros sísmicos son fácilmente generalizables y normalizables. Además, el método permite establecer espectros “envolventes” que determine representar la sismografía de un determinado lugar.

### 2.2.4 Viga

Elemento estructural lineal que es sometido bajo flexión. En las vigas, la longitud prepondera sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

El esfuerzo de flexión produce tensiones de tracción y compresión, teniendo como resultado las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, para lo cual se calcula efectuando una relación entre el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas próximos a los apoyos se llevan a cabo esfuerzos cortantes.

También pueden producirse tensiones por torsión, sobre todo en las vigas que forman el perímetro exterior de un forjado. Un claro ejemplo es lo indicado en la figura 02.

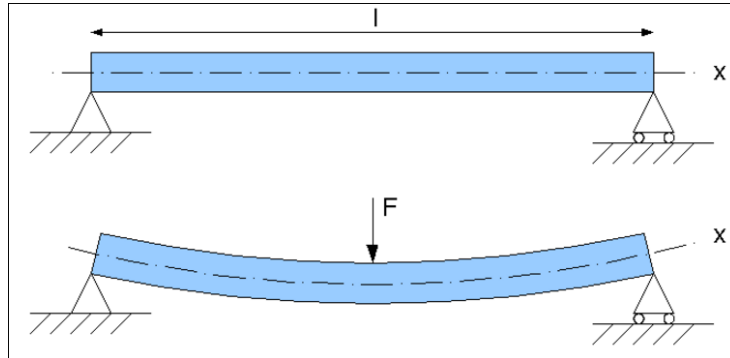


Figura 02 Flexión teórica de una viga apoyada-articulada sometida a una carga puntual centrada  $F$

Fuente: Enciclopedia libre Wikipedia

### 2.2.5 Marcos

Conjunto de partes metálicas conformadas por postes, travesaños y diagonales de marco. Tener presente como ilustración informativa la figura

03

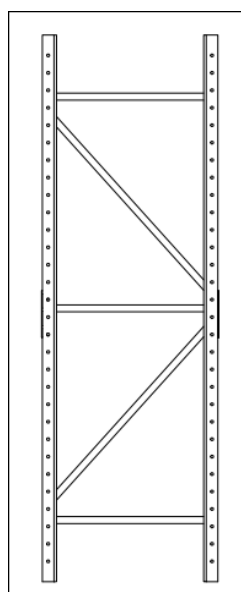


Figura 03 Representación de un marco metálico para rack

Fuente: Helvin Jose Willians Colina "Proyecto de grado" (2009), Sartenejas

#### 2.2.5.1 Postes-columnas

- Perfil omega

Elementos secundarios, en forma de "Ω", que forman la estructura vertical. Tener presente como ilustración informativa la figura 04.

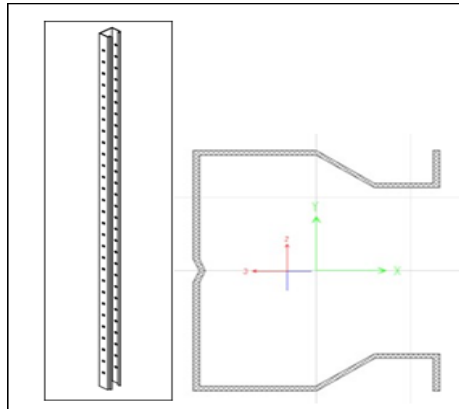


Figura 04 *Representación de un perfil omega*

Fuente: Helvin Jose Willians Colina "Proyecto de grado" (2009), Sartenejas

#### 2.2.5.2 Travesaños y diagonales de marco

Perfiles metálicos que logran unir los puntales en nuestro caso usaremos los perfiles tipo C. Tener presente como ilustración informativa la figura 05.

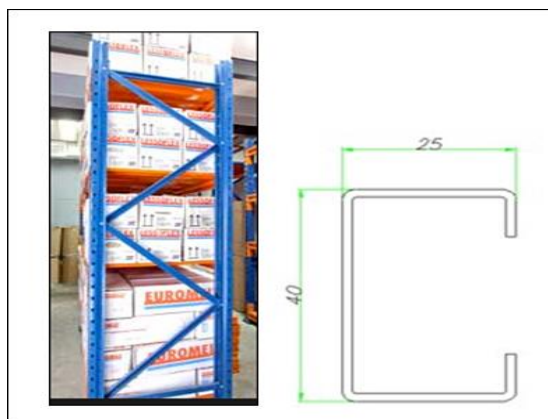


Figura 05 *Representación de un perfil metálico tipo C*  
 Fuente: Helvin Jose Willians Colina "Proyecto de grado" (2009), Sartenejas

### 2.2.5.3 Viga soporte

Soporte de paleta para marco, en nuestro caso usaremos el tipo de riel estándar, lo cual se ve plasmado en la figura 06

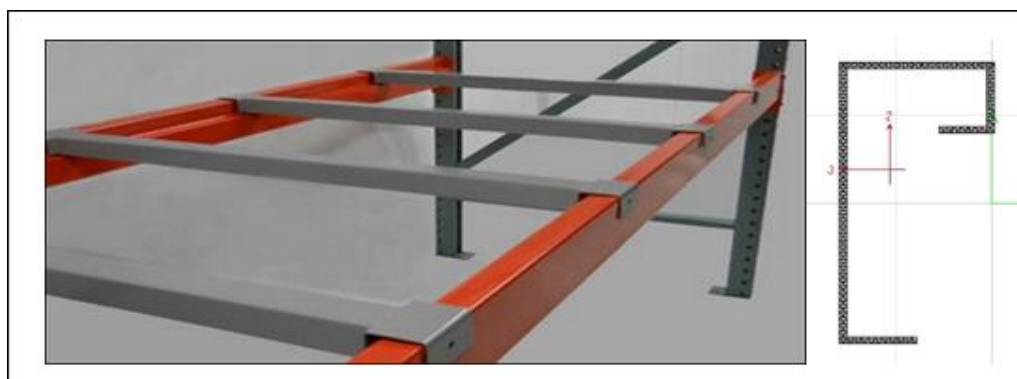


Figura 06 *Representación de un perfil metálico tipo C*  
 Fuente: Helvin Jose Willians Colina "Proyecto de grado" (2009), Sartenejas

### 2.2.6 Viga de amarre

Elemento de construcción utilizado para evitar que dos elementos estructurales de otros estén separados, como se muestran en la figura 07.



Figura 07 *Representación de una viga de amarre tipo C*  
 Fuente: Elaboración propia

### 2.2.7 Arriostres

Son elementos de instalación en forma diagonal, elaborando triángulos en la estructura. Los arriostres tienen como función trabajar a carga axial de tensión o de compresión procurando realizar el lado de la estructura. Para nuestro caso se usará arriostres con perfil C, tal cual muestra la figura 08

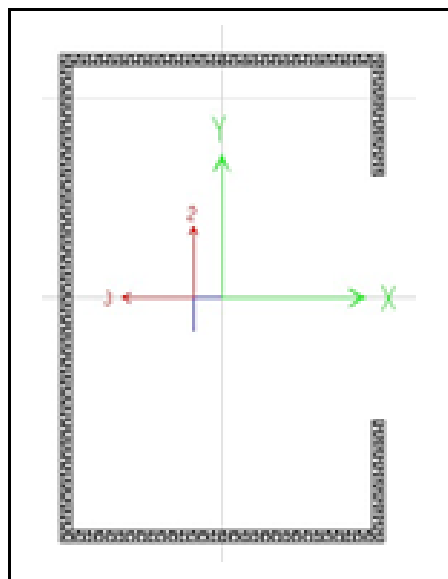


Figura 08 *Representación de arriostre tipo C.*  
 Fuente: Catalogo on-line ACERO UNION (2015)

- Angulo “L”

Los perfiles metálicos tipo L son aquellos productos laminados, fabricados usualmente para su empleo en estructuras de edificación, o de obra civil.

## 2.3 Marco conceptual

### 2.3.1 Software

- SAP2000: Es un programa de diseño que brinda al diseñador una herramienta digital confiable y de intuitiva interfaz gráfica con múltiples preferencias de cálculo para el modelaje, análisis y diseño estructural. Se usará en el presente proyecto como herramienta ilustrativa para mayor alcance.
- AUTOCAD: Es un software utilizado para dibujo 2D y modelado 3D, brinda opciones de programación para aplicaciones que puedan ser de utilidad en la determinación de dibujos y bases de datos.

## 2.3.2 METODOLOGÍA DE MODELADO BIM

La presente metodología de modelado facilita el diseño y modificación de proyectos, para lo cual asegura la calidad del proyecto en las diferentes etapas de una construcción.

### 2.3.2.1 COMPONENTES DEL MODELO

#### EDIFICIO (BUILDING)

En esta metodología la edificación se denomina **proyecto** compuesto por áreas en constante coordinación. Éste es canal abierto de comunicación constante donde brindan las mejores soluciones y se adelantan las decisiones críticas del diseño, precave problemas en las etapas posteriores.

Entre su virtud está el modelamiento en las tres dimensiones, lo que proporciona la comprensión de las decisiones a lo largo del desarrollo del proyecto. Así mismo, la representación de las fases da una visión global del ciclo de vida de la obra, considerando todos los factores y anticipándose a las necesidades.

#### INFORMACIÓN (INFORMATION)

Usar la metodología de trabajo BIM trae consigo la creación y desarrollo de una base de datos en constante actualización. La data comprendida en este sistema está puesto al alcance de todos los



integrantes del equipo, para que puedan usarla y optimizarla acorde a sus necesidades.

#### MODELADO (MODELING)

Si bien el concepto indica que la M hace mención al modelado, algunos profesionales escogen utilizar el significado de: Management (administración), lo que viene adecuada con la noción de que la estructura es construida sobre data clasificada y ordenada.

## **CAPITULO III: DISEÑO DE RACK ACUMULATIVO SISMORESISTENTE EN ALMACEN LOGISTICO**

### **3.1 Análisis para el diseño e implementación del rack acumulativo sismo-resistente en almacén logístico**

#### **3.1.1 Datos preliminares**

Se dispone de una capacidad de carga conformado por pallets de 800 Kilogramos cada uno los cuales serán acomodados en

cantidad de 3 por nicho para obtener la capacidad de carga por par de vigas riel de 2.40 toneladas.

### 3.1.2 Carga Muerta (DL)

Está dada por el peso de la propia estructura. Este valor es generado automáticamente por el programa de cálculo SAP 2000.

### 3.1.3 Carga de Producto (PL)

La carga del producto viene dada por:

$$PL = \frac{W_p}{2} * g$$

$W_p$ : Peso por par de vigas = 800 Kg

$g$ : Gravedad =  $9.8 \frac{m}{s^2}$

$L$ : Longitud de viga de carga = 3.1 m

$$PL = \frac{800}{2} * 9.8$$

$$PL = 3920 \text{ Kgf}$$

### 3.1.4 Cargas sísmicas

Las cargas sísmicas se realizarán con condiciones de carga en los sentidos principales de la estructura **EX**, **EY** con una

distribución y método de análisis estático según las consideraciones sísmicas que se proponen.

### 3.1.5 Consideraciones sísmicas

Los parámetros sísmicos utilizados son considerando un suelo intermedio según la clasificación de la norma RNE E030 (Reglamento Nacional de Edificaciones – Diseño Sismo-Resistente) y los correspondientes parámetros para la ubicación del proyecto:

#### 3.1.5.1 Zonas sísmicas

Para toda zona se le consigna un factor “Z” según se menciona en la figura #09. Este valor se expresa como la aceleración horizontal máxima en terreno rígido con una probabilidad del 10 % de ser excedida en 50 años.

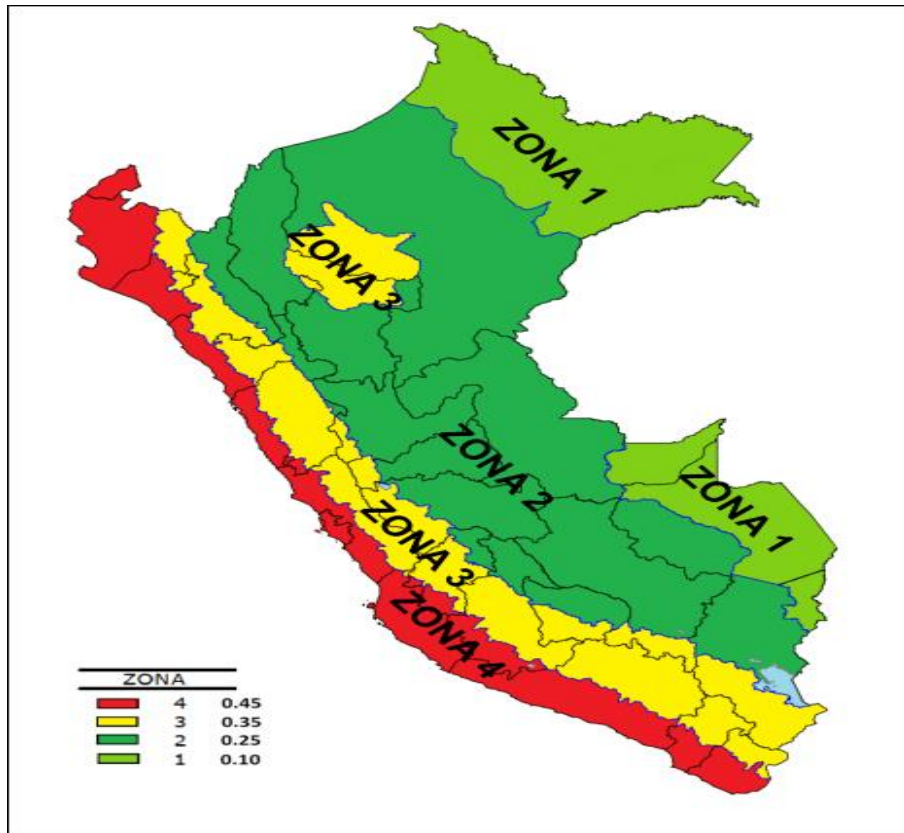


Figura 09 Zonificación de peligro sísmico  
 Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento  
 3.1.5.2 Perfiles de Suelo

Los diferentes tipos de perfiles de suelo son cinco:

- a) Perfil Tipo  $S_0$ : Roca Dura
- b) Perfil Tipo  $S_1$ : Roca o Suelos Muy Rígidos
- c) Perfil Tipo  $S_2$ : Suelos Intermedios
- d) Perfil Tipo  $S_3$ : Suelos Blandos
- e) Perfil Tipo  $S_4$ : Condiciones Excepcionales

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Tabla 02 *Clasificación de los perfiles de suelo S<sub>n</sub>*  
Fuente: Norma técnica RNE.030

### 3.1.5.3 Parámetros de Sitio

#### a) Factor de amplificación del suelo "S"

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla 03 *Factor de suelo "S"*  
Fuente: Norma técnica RNE.030

#### b) Factor de amplificación del suelo "S"

$T_P$ : Período que define la plataforma del factor C

$T_L$ : Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_P$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla 04 *Períodos "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"*  
Fuente: Norma técnica RNE.030

#### 3.1.5.4 Factor de Amplificación Sísmica “C”

Acorde a las características de lugar, se tiene como definición el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \qquad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \qquad C = 2.5 \left( \frac{T_P}{T_L} \right)$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$$

T: Periodo fundamental de la estructura para análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico

#### 3.1.5.5 Periodo fundamental de la estructura para análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico “T”

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

$h_n$ : Altura total de la edificación en metros

### 3.1.5.6 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso “U”

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR <i>U</i>
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2
Nota 1:	Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de <i>U</i> es como mínimo 1,5.	
Nota 2:	En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.	

Tabla 05 *Categoría de las edificaciones y factor “U”*

Fuente: Norma técnica RNE.030

### 3.1.5.7 Categoría y Sistemas Estructurales

Conforme a la clase de una edificación y la zona de ubicación, ésta se proyectará utilizando el sistema estructural que se indica en la tabla 06



Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Tabla 06 *Categoría y sistema estructural de las edificaciones*  
Fuente: Norma técnica RNE.030

### 3.1.5.8 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “ $R_0$ ”

Los sistemas estructurales se catalogan según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en toda dirección de análisis, tal como se indica en la tabla 07.

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Tabla 07 Sistema Estructural y Coficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas  
Fuente: Norma técnica RNE.030

### 3.1.5.9 Estructuras regulares

Son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades. En estos casos, el factor:

$I_A$  : Factor de irregularidad en altura

$I_P$ : Factor de irregularidad en planta

$$I_A = 1$$

$$I_P = 1$$

### 3.1.5.10 Coficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R”

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará:

$$R = R_0 * I_A * I_P$$

### 3.1.5.11 Período Fundamental de Vibración “T”

El período fundamental de vibración para cada dirección se obtendrá con la siguiente expresión:

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

Donde:

$h_n$ : Altura total de la edificación [m].

$C_T$ : Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio

$C_T = 35$	Para edificaciones cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:  a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.  b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
$C_T = 45$	Para edificaciones cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean  a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.  a) Pórticos de acero arriostrados.
$C_T = 60$	Para edificaciones de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Tabla 08 *Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio*  
Fuente: Norma técnica RNE.030

### 3.1.5.12 Fuerza cortante en la base de la estructura "V"

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

Donde:

P: Peso total de la edificación

Desarrollando los criterios de Consideraciones Sísmicas, se obtiene:

- $Z_4$ : Tipo de zona (Según Figura 09)
- $Z_4 = 0.45$  (Según Tabla 01)
- $S_2$ : Factor de amplificación del suelo (Según Tabla 02)
- $S = 1.05$  (Según Tabla 03)
- $T_P = 0.6$  (Según Tabla 04)
- $T_L = 2.0$  (Según Tabla 04)
- $U = 1.0$  (Según Tabla 05)
- $R_0 = 6$  (Según Tabla 07)
- $I_A = 1$        $I_P = 1$
- $R = R_0 * I_A * I_P$   
 $R = 6 * 1 * 1$   
 $R = 6$
- $h_n = 11.8 \text{ m}$

- $C_T = 45$

(Según Tabla 08)

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

$$T = \frac{11.8}{45}$$

$$T = 0.262$$

- $C = 2.5$

NOMENCLATURA	VALOR
Z=	0.4
U=	1.0
S=	1.05
R=	6.0
$T_p=$	0.6

Con estos parámetros obtenemos:

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

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.5 * 1.05 * P}{6}$$

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.5 * 1.05 * P}{6}$$

$$V = 0.175 * P$$

$$V \cong 0.2 * P$$

$$V \cong 0.2 * \text{MASA} * \text{gravedad}$$

Donde:

$$V_X = 0.2 * MASA * gravedad$$

$$V_Y = 0.2 * MASA * gravedad$$

### 3.1.5 Cálculo de la masa

Se utilizará las recomendaciones del BIM para el cálculo de la masa

$$MASA = 1.0 * D_L + 0.8 * P_L$$

$D_L$ : Se considera peso propio de la Estructura y otros equipos que se incluyen según su ubicación.

$P_L$ : Masa de los pallets

Tener presente que para el presente caso se está considerando un factor de seguridad de:

$$F.S = \frac{P_{MAX}}{P_{PL}}$$

$$F.S = \frac{800 \text{ kg}}{200 \text{ kg}} = 4$$

Donde:

F.S: Factor de seguridad

$P_{MAX}$ : Peso máximo por pallet

$P_{PL}$ : Peso máximo puesto en pallet

### 3.1.6 Asignación de cargas en racks

Se ha realizado la evaluación con la asignación de cargas mencionadas para las combinaciones de carga definidas, para estructuras de rack acumulativo convencionales, en este proyecto el rack cuenta con 8 niveles.

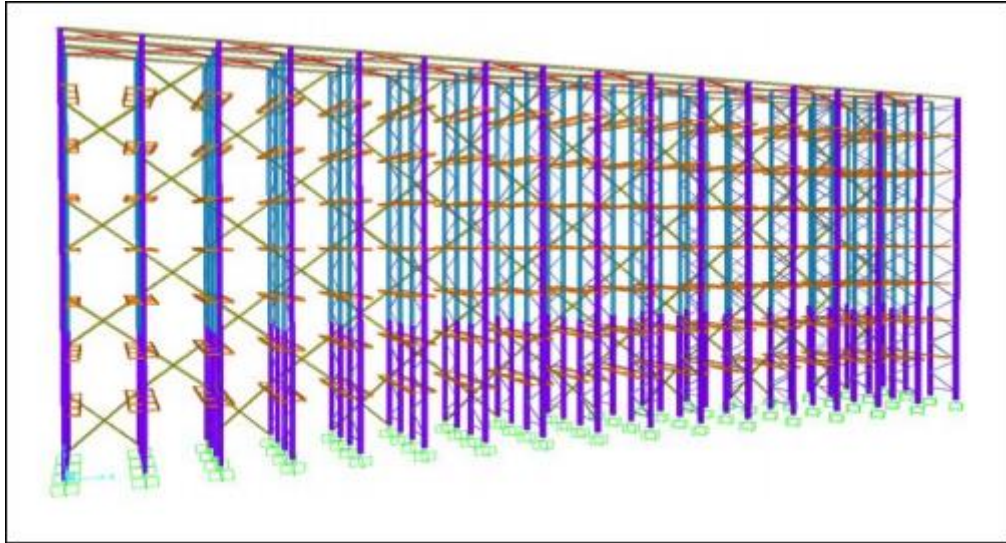


Figura 10 *Diagrama de racks acumulativos.*  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Diseño de rack acumulativo sismo-resistente

Los resultados del proceso de análisis modelado presentan la relación (ratio) Demanda/Capacidad del área transversal neta de las secciones.

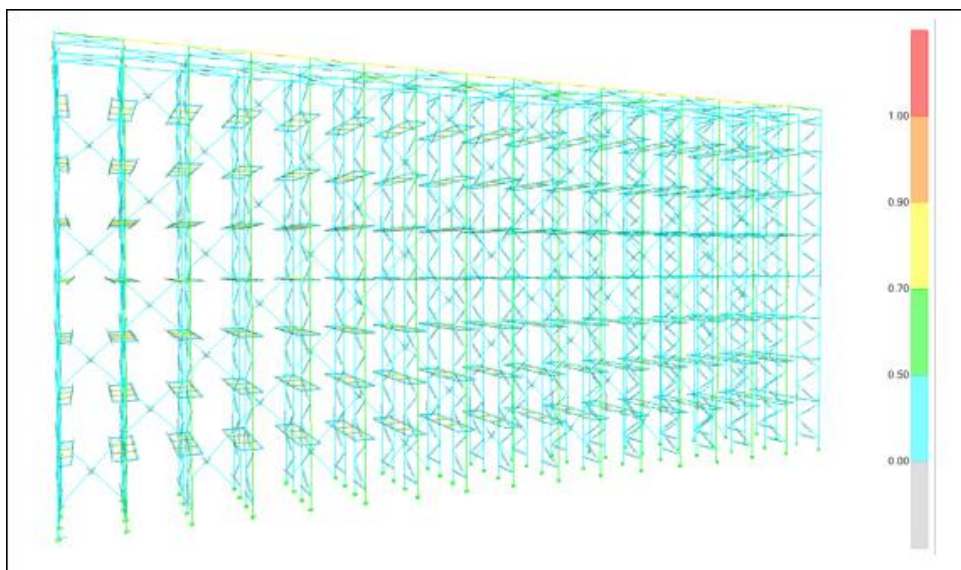


Figura 11 *Resultado de análisis modelado*  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1 Postes

Estos elementos son diseñados para soportar cargas verticales de compresión.

Las resistencias solicitadas  $P_U$ ,  $M_{UX}$ ,  $M_{UY}$  deberán satisfacer las ecuaciones siguientes:

$$\frac{P_U}{\phi_C P_{no}} + \frac{C_{mx} * M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{C_{my} * M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}$$

Para elementos con cargas transversales entre sus apoyos,

$$C_{mx} = 1 \qquad C_{my} = 1$$

$$\frac{P_u}{\phi_C P_{no}} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}$$



Donde:

$C_m$  : Factor que relaciona al diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme.

$\phi_C P_{no}$ : Resistencia de diseño para la misma columna

$\phi_b M_{nx}$ : Resistencia de diseño de la sección respecto al eje x.

$\phi_b M_{ny}$ : Resistencia de diseño de la sección respecto al eje y.

$P_u$ : Resistencia última en flexión biaxial.

La siguiente figura 12 muestra la relación demanda capacidad del poste más esforzado en la estructura

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR	MIN-SHR
COMB5x	0.00	0.581 (C)	= 0.097 + 0.047 + 0.437	0.009	0.024
COMB5x	0.35	0.484 (C)	= 0.097 + 0.005 + 0.382	0.009	0.024
COMB5x	0.35	0.482 (C)	= 0.095 + 0.005 + 0.382	0.000	0.024
COMB5x	1.57	0.293 (C)	= 0.095 + 0.006 + 0.192	0.000	0.024
COMB5x	1.57	0.290 (C)	= 0.091 + 0.006 + 0.192	0.003	0.024
COMB5x	1.70	0.270 (C)	= 0.091 + 0.006 + 0.172	0.003	0.024

Figura 12 Relación demanda capacidad del poste esforzado en la estructura  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 13 se muestra un resumen de la evaluación del perfil más esforzado.

AISC-LRFD99 STEEL SECTION CHECK							Units   Kgf, m, C	
Combo : COMB5x								
Units : Kgf, m, C								
Frame : 5	Design Sect: OMEGA OMEGA -4X3X2.0MM							
X Mid : 3.000	Design Type: Column							
Y Mid : 0.000	Frame Type: Ordinary Moment Frame							
Z Mid : 5.925	Sect Class : Non-Compact							
Length : 11.850	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3							
Loc : 0.000	RLLF : 1.000							
Area : 0.001	SMajor : 3.164E-05	rMajor : 0.050	AUMajor: 6.738E-04					
IMajor : 2.846E-06	SMinor : 3.551E-05	rMinor : 0.040	AUMinor: 3.811E-04					
IMinor : 1.793E-06	ZMajor : 4.609E-05	E : 20389019158						
Ixy : 0.000	ZMinor : 4.246E-05	Fy : 35153481.307						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu		
0.000	-5430.658	-46.558	490.826	35.410	-171.880	-0.033		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.581	= 0.097	+ 0.047	+ 0.437	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	-5430.658	27915.560	35548.870					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-46.558	1000.941	0.850	1.000	1.000	1.000	0.103	1.524
Minor Moment	490.826	1123.464	0.850	1.000	1.000	1.181	0.143	
SHEAR DESIGN								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	119.914	12790.547	0.009	OK	0.000			
Minor Shear	176.460	7233.533	0.024	OK	0.000			

Figura 13 *Diagrama de evaluación del perfil más esforzado*  
Fuente: Elaboración propia

Se observa en el diagrama el perfil seleccionado satisface las demandas de carga en la estructura.

### 3.2.2 Vigas

Estos elementos son diseñados para resistir efectos combinados de flexión y corte.

La resistencia nominal para flexionar requerida,  $M_u$ , y la resistencia al corte requerido  $V_u$  no deben ser mayores que  $\phi_b M_n$  y  $\phi_v V_n$  respectivamente y deben satisfacer:

$$0.6 * \left( \frac{M_u}{\phi_b M_{nx}} \right) + \left( \frac{V_u}{\phi_v V_n} \right) \leq 1.3$$

Donde:

$M_u$ : Momento amplificado en la sección

$\phi_b M_{nx}$ : Resistencia de diseño de la sección respecto al eje x.

$V_u$ : Fuerza cortante amplificada en la sección,

$\phi_v V_n$ : Resistencia al corte de diseño

En la siguiente figura 14 muestra la relación demanda capacidad de la viga más esforzada en la estructura:

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
		RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
COMB1	0.00	0.854 (T) = 0.000 + 0.775 + 0.079	0.253	0.008
COMB1	0.28	0.021 (T) = 0.000 + 0.000 + 0.020	0.252	0.008
COMB2	0.00	0.762 (T) = 0.000 + 0.692 + 0.070	0.226	0.007
COMB2	0.28	0.019 (T) = 0.000 + 0.000 + 0.018	0.225	0.007
COMB5x	0.00	0.647 (T) = 0.001 + 0.562 + 0.083	0.184	0.008
COMB5x	0.28	0.020 (T) = 0.001 + 0.000 + 0.018	0.183	0.008

Figura 14 Muestra de relación demanda capacidad de viga más esforzada en la estructura  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 15 se muestra un resumen de la evaluación del perfil más esforzado, resaltándose en amarillo las capacidades portantes de la sección.

AISC-LRFD99 STEEL SECTION CHECK							Units	Kgf, m, C
Combo : COMB1								
Units : Kgf, m, C								
Frame	: 1437	Design Sect:	BRAZ0AVI0N					
X Mid	: 13.640	Design Type:	Beam					
Y Mid	: 2.080	Frame Type:	Ordinary Moment Frame					
Z Mid	: 10.400	Sect Class:	Non-Compact					
Length	: 0.280	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3					
Loc	: 0.000	RLLF	: 1.000					
Area	: 4.773E-04	SMajor	: 1.029E-05	rMajor	: 0.026	AMMajor	: 1.879E-04	
IMajor	: 0.000	SMinor	: 3.778E-06	rMinor	: 0.016	AMMinor	: 2.688E-04	
IMinor	: 0.000	ZMajor	: 1.170E-05	E	: 20389019158			
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 6.754E-06	Fy	: 25310506.541			
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
Location		Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
0.000		13.992	-181.562	-6.764	-649.232	-30.437	-0.009	
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO								
Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check		
	0.854	= 0.000	+ 0.775	+ 0.079	0.950	OK		
AXIAL FORCE DESIGN								
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity					
Axial	13.992	10112.498	10872.634					
MOMENT DESIGN								
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-181.562	234.372	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.667
Minor Moment	-6.764	86.065	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
SHEAR DESIGN								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	649.232	2568.138	0.253	OK	0.000			
Minor Shear	30.437	3673.908	0.008	OK	0.000			
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS								
	UMajor Left	UMajor Right						
Major (U2)	-649.232	-647.764						

Figura 15 Diagrama de evaluación del perfil más esforzado  
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente esquema se muestran los diagramas asociados a la viga más esforzada.

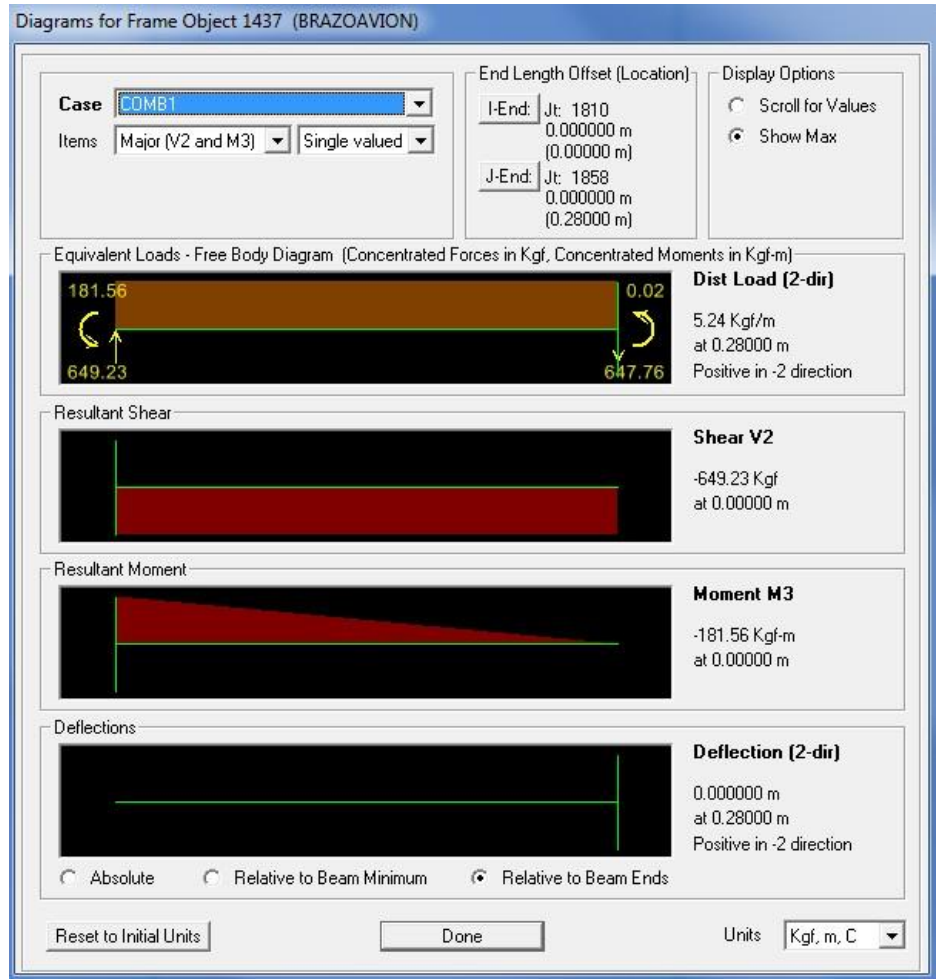


Figura 16 Diagrama asociada a la viga más esforzada  
Fuente: Elaboración propia

La deflexión que se presenta en el brazo-avión es imperceptible por lo que rendimiento es óptimo.

Como se puede observar el perfil seleccionado satisface las demandas de carga en la estructura donde estos elementos satisfacen las condiciones presentadas por el AISC (American Institute of Steel Construction).

### 3.2.3 Deformación debido a la fuerza Sísmica

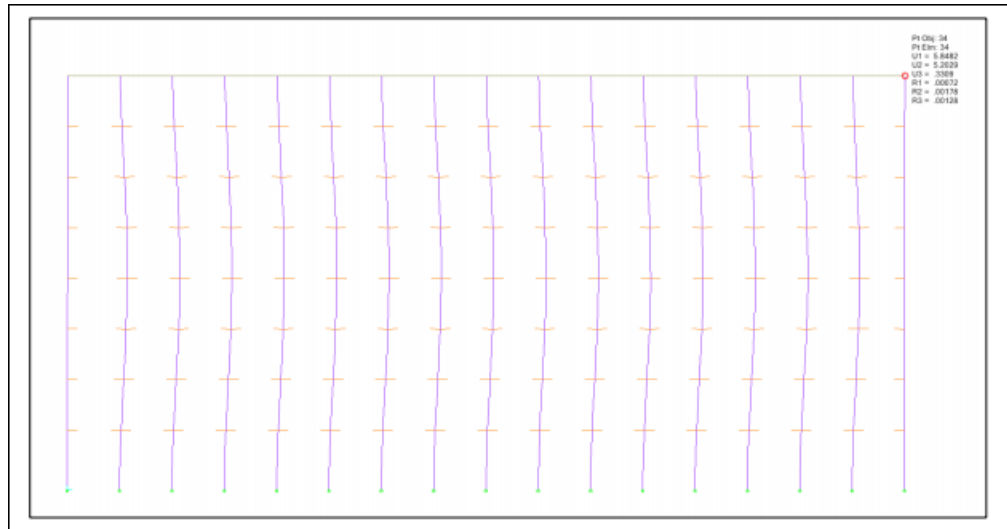


Figura 17 *Diagrama deformación debido a la fuerza sísmica*  
Fuente: Elaboración propia

- $d_H = 5.85 \text{ mm}$
- $H = 11.8 \text{ m}$
- $D = \frac{d_H}{H}$

$$D = \frac{5.85}{11800}$$

$$D = 4.96 * 10^{-4} \text{ m}$$

Donde:

$d_H$ : Deformación horizontal

D: Deformación

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

Para este caso debe cumplir la siguiente condición:

$$0.75 * D * R < 1 \%$$

$$0.75 * 4.96 * 10^{-4} * 6 < 1 \%$$

$$0.002232 < 1 \%$$

$$0.22 \% < 1 \%$$

Se verifica que si cumple la condición.

### 3.2.4.1 Deformación debido a la fuerza Sísmica en la dirección perpendicular al rack

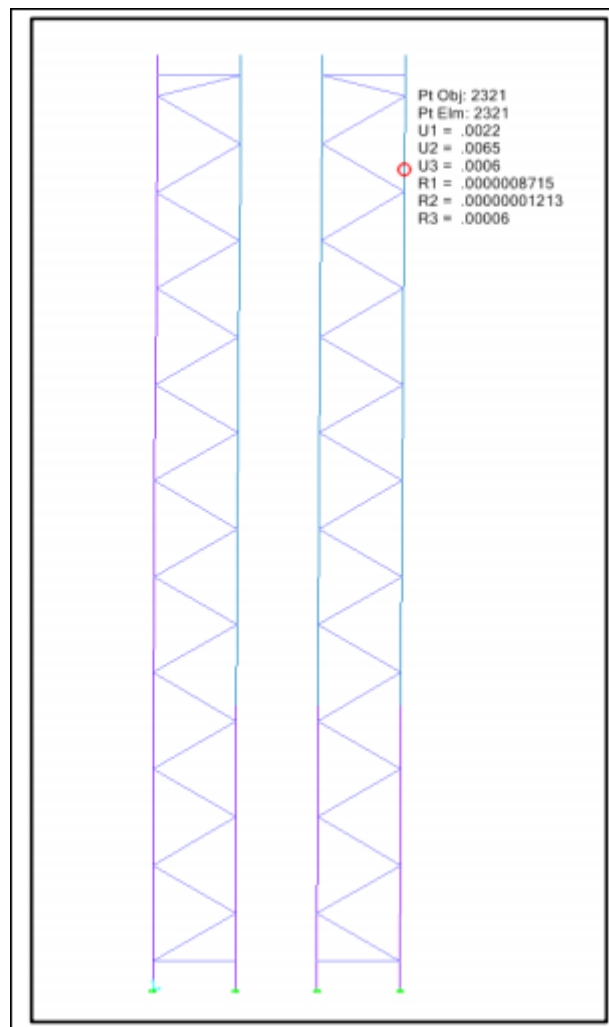


Figura 18 *Diagrama de evaluación del perfil más esforzado*  
Fuente: Elaboración propia

- $d_V = 0.0068 \text{ mm}$
  - $H = 10.40 \text{ m}$
  - $D = \frac{d_H}{H}$
- $$D = \frac{0.0068}{10400}$$
- $$D = 6.54 * 10^{-7} \text{ m}$$

$d_V$ : Deformación vertical

D: Deformación

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

Para este caso se debe de cumplir la siguiente condición:

$$0.75 * D * R < 1 \%$$

$$0.75 * 6.54 * 10^{-7} * 6 < 1 \%$$

$$0.000002943 < 1 \%$$

$$0.0002943 \% < 1 \%$$

Se verifica que si cumple la condición.



### 3.3 Revisión y consolidación de resultados

Las siguientes secciones son asignadas y asumidas para el desarrollo del diseño:

#### 3.3.1 Marcos

##### 3.3.1.1 Postes – columnas: exteriores e interiores

- PERFIL OMEGA: 5" X 3"x2mm: Postes que conforman los marcos

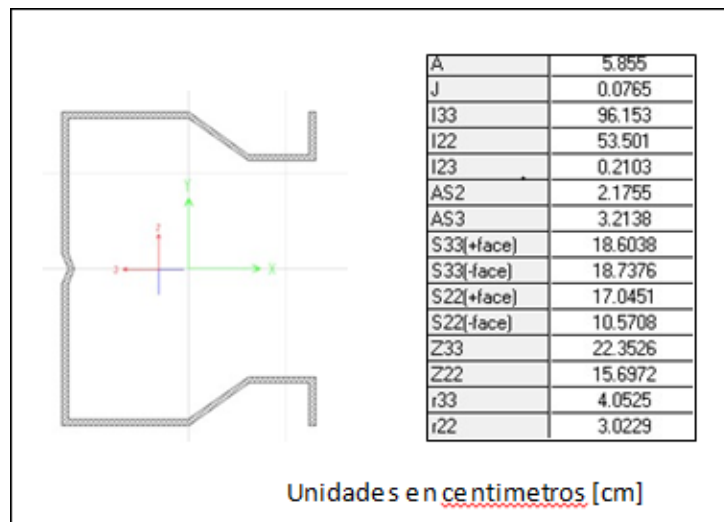


Figura 19 *Diagrama de perfil omega 5" X 3"x2mm*

Fuente: Elaboración propia

- PERFIL OMEGA: 5" X 3"x2mm: Postes que conforman los marcos

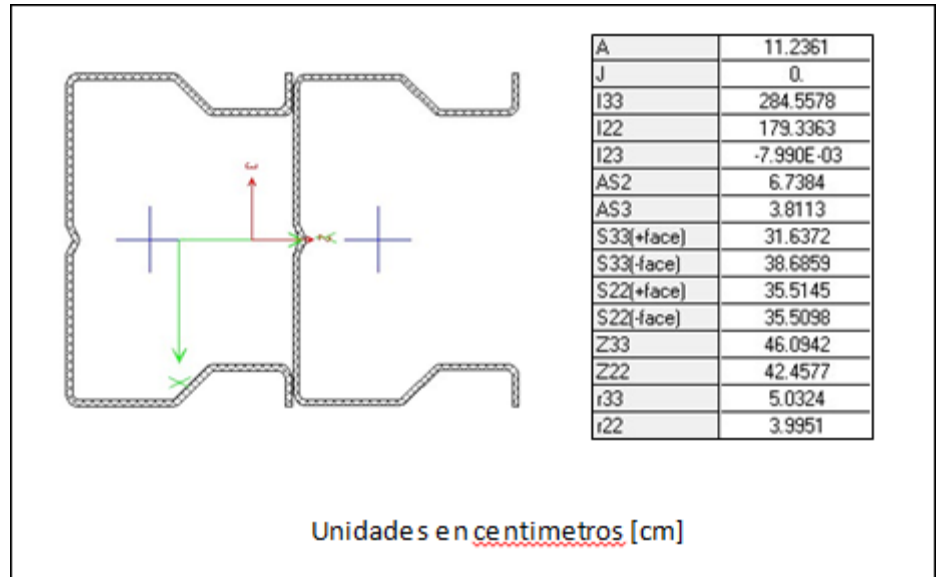


Figura 20 *Diagrama de perfil omega 5" X 3"x2mm*  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.2 TRAVESAÑOS Y DIAGONALES DE MARCO

- "C" 40mmX25mmX1.6mm: Diagonales y Travesaños



Figura 21 *Diagrama de travesaño "C" 40mmX25mmX1.6mm*  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 VIGA DE SOPORTE

#### 3.3.2.1 Riel Estándar - 4"x2"x2mm. Viga Riel.

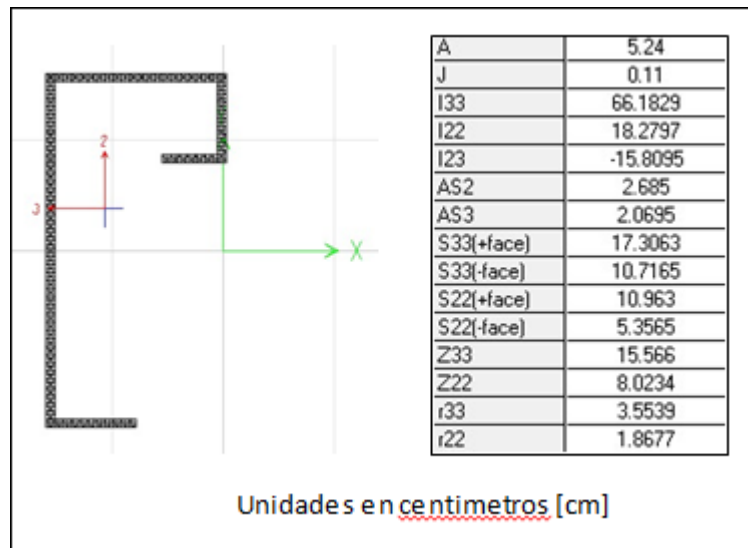


Figura 22 Diagrama de Riel Estándar - 4"x2"x2mm  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 VIGA DE SOPORTE

#### 3.3.3.1 "C" - 4"x2"x2mm. Amarre superior entre marcos.

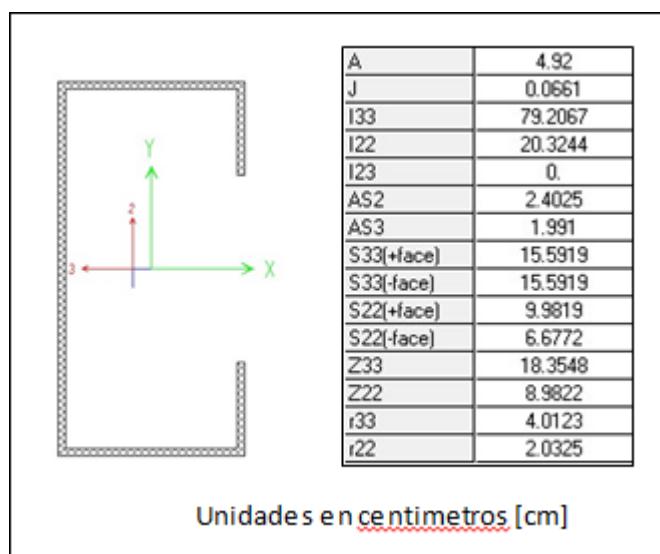


Figura 23 Diagrama viga soporte "C" 4"x2"x2mm  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4 ARRIOSTRES

#### 3.3.4.1 "C" – 3"x2"x2mm: Arriostre Vertical

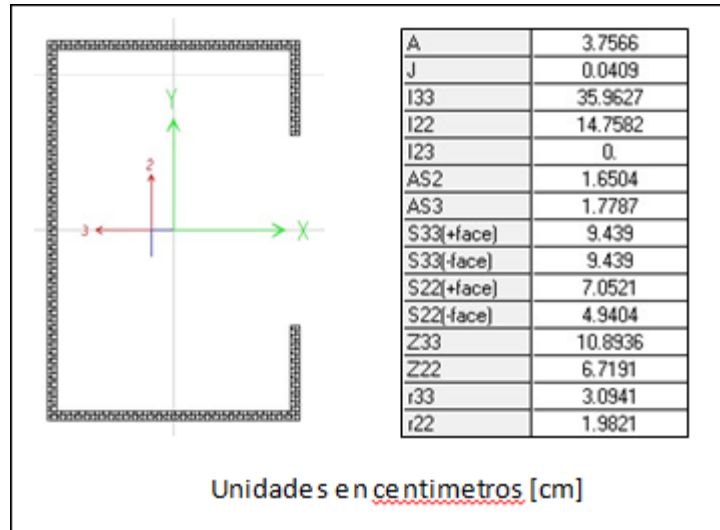
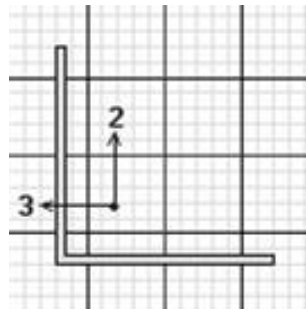


Figura 24 Diagrama arriostre "C" 3"x2"x2mm  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.4.2 Ángulo "L" – 2"x2"x2.5mm: Arriostre Superior



Properties			
Cross-section (axial) area	2.4775	Section modulus about 3 axis	1.7077
Moment of Inertia about 3 axis	6.3475	Section modulus about 2 axis	1.7077
Moment of Inertia about 2 axis	6.3475	Plastic modulus about 3 axis	3.0747
Product of Inertia about 2-3	3.7969	Plastic modulus about 2 axis	3.0747
Shear area in 2 direction	1.27	Radius of Gyration about 3 axis	1.6006
Shear area in 3 direction	1.27	Radius of Gyration about 2 axis	1.6006
Torsional constant	0.0507	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Figura 25 Diagrama Ángulo "L" – 2"x2"x2.5mm (medidas en centímetros)  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5 PLACA BASE

- Zapata en plancha metálica

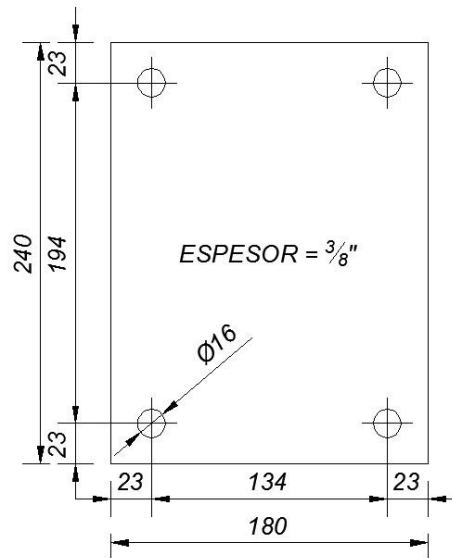


Figura 26 Modelo de Zapata en plancha metálica  
Fuente: Elaboración propia

Se consolida los resultados en la siguiente tabla 08 de los materiales a usar en el presente proyecto según requerimiento de las operaciones logísticas en la empresa DinetPeru SA.

IT	ZONA	DESCRIPCIÓN	PERFIL	DIMENSIONES	TIPO DE MATERIAL
1	RACKS	POSTE	OMEGA	5" X 3" X 2mm	ASTM A572 - GR50
2		REFUERZO	OMEGA	5" X 3" X 2mm	ASTM A572 - GR50
3		DIAGONALES DE MARCO	"C"	40mmX25mmX1.60mm	ASTM A572 - GR50
4		TRAVESAÑOS DE MARCO	"C"	40mmX25mmX1.60mm	ASTM A572 - GR50
5		VIGA DE AMARRE	"C"	4"x2"x2mm	ASTM A36
6		ZAPATA	-	e = 1/2"	ASTM A36
7		VIGA RIEL	ESTANDAR	4" x 2" x 2mm	ASTM A36
8		ARRIOSTRE SUPERIOR	"L"	2" X 2" X 2.5mm	ASTM A36
9		ARRIOSTRE VERTICAL	"C"	3" X 2" X 2mm	ASTM A36

Tabla 09 Materiales a usar en el presente proyecto  
Fuente: Norma técnica RNE.030

## **CONCLUSIONES**

- a) La estructura ha sido analizada y diseñada únicamente para las cargas que se indican en este documento y en las magnitudes citadas.
- b) Se dio pase a la optimización de espacios para las operaciones dentro del almacén logístico.
- c) Cabe resaltar que para futuras implementaciones de optará por este diseño dado que está planificado el incremento de ingreso y salida de las mercaderías dentro de las operaciones.

## RECOMENDACIONES

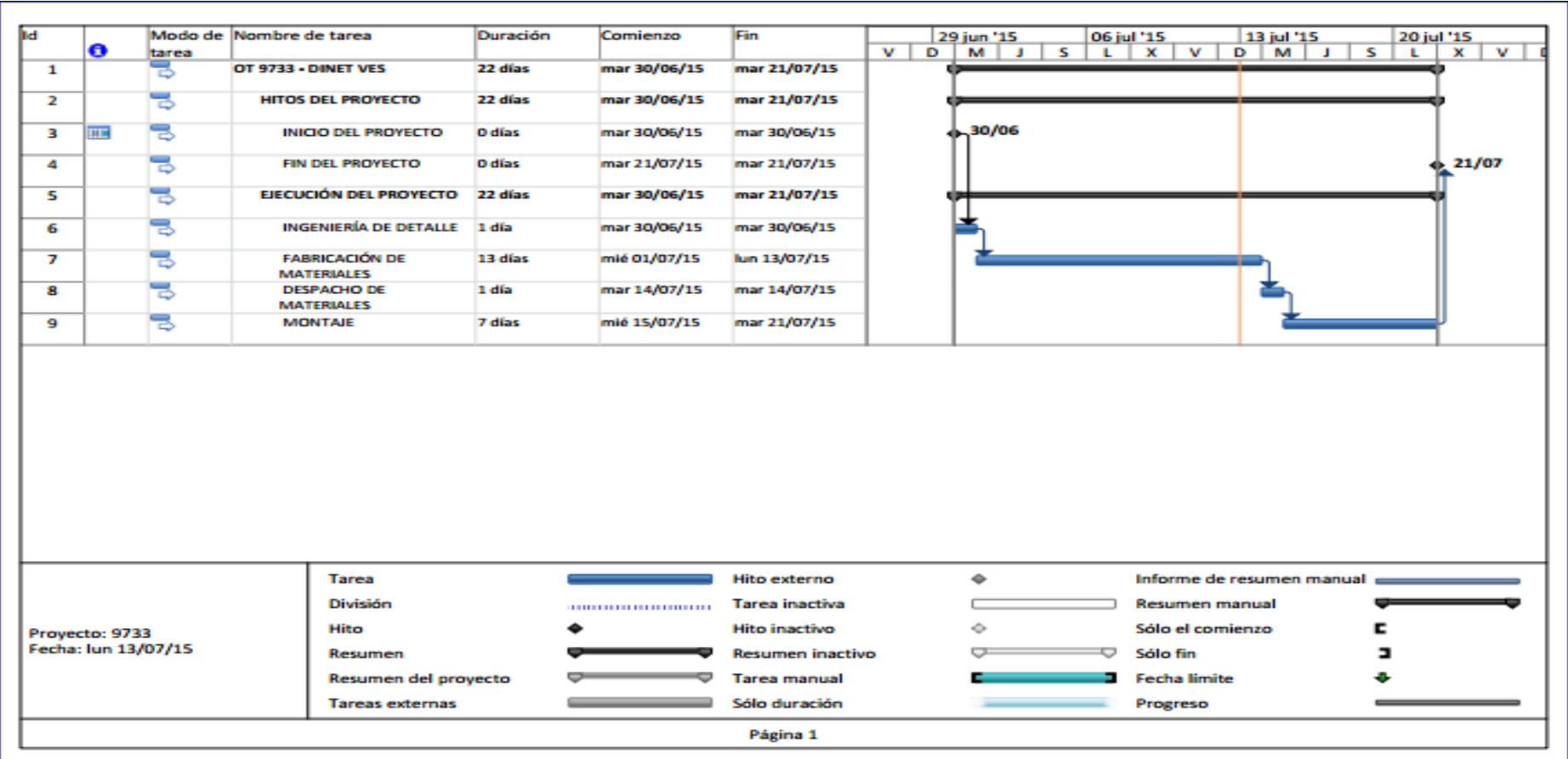
- El peso máximo de la carga no debe exceder el peso de diseño indicada.
- Se recomienda realizar la carga de los racks en forma homogénea, manteniendo los niveles superiores con menor carga en lo posible.
- Las inspecciones a las estructuras se deberán realizar periódicamente por posibles golpes, deformaciones, etc. y también por mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%202/Cargas%20muertas.htm>  
Revisado el 15/10/15
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Carga\\_s%C3%ADsmica](https://es.wikipedia.org/wiki/Carga_s%C3%ADsmica)  
Revisado el 15/10/15
- [http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/4712-5\\_tema\\_5\\_dinamico.pdf](http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/4712-5_tema_5_dinamico.pdf)  
Revisado el 15/10/15
- <http://159.90.80.55/tesis/000145806.pdf>  
Revisado el 15/10/15
- <http://mundo-ingenieril.blogspot.pe/2011/12/que-son-las-vigas-de-amarre.html>  
Revisado el 15/10/15
- <http://www.eird.org/cdfororegional/pdf/spa/doc13281/doc13281-3b.pdf>  
Revisado el 15/10/15
- <http://sites.ieee.org/panama/files/2013/05/Capitulo-4-Sismo.pdf>  
Revisado el 15/10/15
- <http://www.um.edu.ar/um/fau/estructura5-anterior/CARGAS.htm>  
Revisado el 15/10/15



**ANEXOS**



Anexo 01 Diagrama Gantt del proceso de instalación de racks