



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de reforzamiento estructural de una nave industrial para mejorar su comportamiento sismorresistente en Huarochiri, Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Andia Lopez, Tom Maverick ([orcid.org/0000-0002-2240-8686](https://orcid.org/0000-0002-2240-8686))

Valverde Rivas, Herber ([orcid.org/0000-0001-7659-4712](https://orcid.org/0000-0001-7659-4712))

**ASESOR:**

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto ([orcid.org/0000-0002-6559-0334](https://orcid.org/0000-0002-6559-0334))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que  
apostaron por mí.

*Tom Andía López*

Dedico esta tesis a mis hermanos y  
padres en especial a mi madre Juana  
Rivas Venegas quien me dio la  
educación y enseñanza para no  
rendirme y alcanzar mis metas siendo  
un ejemplo de lucha constante y una  
fuente de motivación para mí, para  
todos ustedes con mucho cariño que  
siempre los llevo en mi corazón

*Herber Valverde Rivas*

## AGRADECIMIENTO

A la empresa Brametsa SAC por facilitarme el uso de sus instalaciones para la elaboración de la Tesis.

A la empresa CSI e IDEA StatiCa por facilitarme una versión de prueba de los softwares empleados en la elaboración de la investigación.

A David Barreto por enriquecer la investigación con su vasta experiencia laboral.

*Tom Andía López*

Agradezco a todas las personas que estuvieron conmigo durante este proceso de superación personal dándome sus apoyos, pero nada de esto hubiera sido posible sin el apoyo de mi hermana Mary Triny y a su esposo Morris James, ya que ellos confiaron en mí y me brindaron el apoyo necesario para alcanzar mi meta y poder convertirme en un profesional.

*Herber Valverde Rivas*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	20
1.1 Tipo y diseño de investigación	21
1.2 Variables de operacionalización	22
1.3 Población, muestra y muestreo	22
1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
1.5 Procedimientos	24
1.6 Método de análisis de datos	32
1.7 Aspectos éticos	38
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Distorsión de entrepiso</i> .....	19
<b>Tabla 2.</b> <i>Armaduras encontradas en campo</i> .....	26
<b>Tabla 3.</b> <i>Columnas encontradas</i> .....	26
<b>Tabla 4.</b> <i>Resumen del E.M.S.</i> .....	30
<b>Tabla 5.</b> <i>Parámetros sísmicos del suelo</i> .....	30
<b>Tabla 6.</b> <i>Factores de forma</i> .....	33
<b>Tabla 7.</b> <i>Carga de viento aplicada</i> .....	33
<b>Tabla 8.</b> <i>Bloque A – Resultados de diseño en columnas</i> .....	49
<b>Tabla 9.</b> <i>Bloque A – Resultados de diseño en Tijeral A - 01</i> .....	50
<b>Tabla 10.</b> <i>Bloque A – Resultados de diseño en Vigüeta VS - 01</i> .....	51
<b>Tabla 11.</b> <i>Bloque B – Resultados de diseño en columnas</i> .....	52
<b>Tabla 12.</b> <i>Bloque B – Resultados de diseño en Tijeral A - 02</i> .....	53
<b>Tabla 13.</b> <i>Bloque B – Resultados de diseño en Tijeral A - 03</i> .....	53
<b>Tabla 14.</b> <i>Bloque B – Resultados de diseño en Vigüeta VR - 01</i> .....	54
<b>Tabla 15.</b> <i>Bloque C – Resultados de diseño en columnas</i> .....	55
<b>Tabla 16.</b> <i>Bloque C – Resultados de diseño en Tijeral A - 04</i> .....	56
<b>Tabla 17.</b> <i>Bloque C – Resultados de diseño en Tijeral A - 05</i> .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vigas de celosía de acero estructural.....	9
<b>Figura 2.</b> Perfiles laminados en caliente.....	10
<b>Figura 3.</b> Perfiles armados.....	11
<b>Figura 4.</b> Elemento sometido a esfuerzos de tracción.....	11
<b>Figura 5.</b> Elemento sometido a esfuerzos de compresión.....	12
<b>Figura 6.</b> Elemento sometido a esfuerzos de corte .....	12
<b>Figura 7.</b> Elemento sometido a esfuerzos de flexión.....	12
<b>Figura 8.</b> Sección sometida a esfuerzos de torsión.....	13
<b>Figura 9.</b> Valores aproximados del factor de longitud efectiva, $K$ .....	14
<b>Figura 10.</b> Carta de alineamiento para pórticos arriostrados (izquierda) y pórticos no arriostrados (derecha).....	15
<b>Figura 11.</b> Perfil $W$ reforzado con planchas.....	15
<b>Figura 12.</b> Tipos de conexiones.....	16
<b>Figura 13.</b> Ejemplo de contraviento en estructuras .....	17
<b>Figura 14.</b> Esquema de una armadura.....	18
<b>Figura 15.</b> Esquema de viga Warren (Izquierda) y viga Pratt (Derecha).....	18
<b>Figura 16.</b> Medición de Armadura A – 01.....	24
<b>Figura 17.</b> Medición de Columna CM – 02 .....	24
<b>Figura 18.</b> Medición de espesor de cartela.....	25
<b>Figura 19.</b> Autores en la visita de campo .....	25
<b>Figura 20.</b> Isométrico de estructura inicial.....	27
<b>Figura 21.</b> Planta de distribución de columnas.....	27
<b>Figura 22.</b> Planta de techos estructura inicial.....	28
<b>Figura 23.</b> Elevación de Armadura A - 01.....	28
<b>Figura 24.</b> Calicata 01 .....	29
<b>Figura 25.</b> Calicata 02 .....	29
<b>Figura 26.</b> Calicata 03 .....	30
<b>Figura 27.</b> Modelo matemático de la estructura inicial.....	31
<b>Figura 28.</b> Fuerzas axiales en Bloque A.....	37
<b>Figura 29.</b> Fuerzas axiales en Bloque B.....	37
<b>Figura 30.</b> Fuerzas axiales en Bloque C.....	38
<b>Figura 31.</b> Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección X).....	40

<b>Figura 32.</b> <i>Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección Y)</i> .....	41
<b>Figura 33.</b> <i>Bloque C – Desplazamiento inelástico (Dirección X)</i> .....	42
<b>Figura 34.</b> <i>Bloque A – Desplazamiento inelástico (Dirección X)</i> .....	43
<b>Figura 35.</b> <i>Bloque A – Desplazamiento inelástico (Dirección Y)</i> .....	44
<b>Figura 36.</b> <i>Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección X)</i> .....	45
<b>Figura 37.</b> <i>Bloque B – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección Y)</i> .....	46
<b>Figura 38.</b> <i>Bloque C – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección X)</i> .....	47
<b>Figura 39.</b> <i>Bloque C – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección Y)</i> .....	48

## RESUMEN

La finalidad de la investigación fue determinar el estado actual de una nave industrial autoconstruida, desde el punto de vista sismorresistente y elaborar una propuesta de reforzamiento con el fin de mejorar su comportamiento ante cargas laterales de origen sísmico. Para ello se realizó una investigación de tipo aplicada, de diseño transeccional descriptiva y además el enfoque fue cuantitativo.

Para tal fin, primero se realizó una visita de campo e inspección visual del estado de los elementos estructurales que conforman el sistema resistente a fuerzas sísmicas. Segundo, con toda la información obtenida en campo se elaboraron los planos de la estructura inicial, por otra parte, para definir los parámetros sísmicos del suelo donde se cimienta la estructura se ejecutó un estudio de suelos el cual nos brindó dichos valores. Finalmente, se realizó el modelado y análisis estructural donde al obtener desplazamientos que exceden los valores permisibles por las normas vigentes se evidencio la falta de rigidez lateral y escasos criterios de estructuración. Por lo tanto, se elaboró una propuesta de reforzamiento que incluyo aumento de sección transversal de las columnas e inclusión de contravientos que incrementó la rigidez lateral cumpliendo con las normas vigentes.

Palabras Clave: Nave Industrial, Análisis sísmico, Reforzamiento estructural

## **ABSTRACT**

The purpose of the study was to determine the current state of a self-built industrial building, from the earthquake resistant point of view, and to develop a reinforcement proposal in order to improve its structural behavior against lateral seismic loads. To this end, an applied type of research was carried out, with a descriptive transactional design and, in addition, the approach was quantitative.

To achieve that, first of all, a visual inspection of the structural elements of seismic force-resisting system was carried out. Second, with all the information obtained on-site, the drawings of the initial structure were prepared, on the other hand, to define the seismic parameters of the soil where the structure is founded, a mechanics soil study was carried out which provided us these values. Finally, the modeling and structural analysis was carried out where, when obtaining displacements that exceed the permissible values by current standards, the lack of lateral rigidity and poor structuring criteria were evidenced. Therefore, a proposal for reinforcement was elaborated that included the increase of cross-section of the columns and the incorporation of braces that increased lateral stiffness in conformity with current standards.

Keywords: Industrial Building, Seismic analysis, Structural reinforcement

## **I. INTRODUCCIÓN**

Debido al cambio que generó la revolución industrial, alrededor de los siglos XVIII y XIX, las industrias se vieron forzadas a construir edificios que cubran grandes espacios en su interior y con ello el mundo conoció la estructura que hoy es llamada nave industrial. En la actualidad dichas estructuras operan en sectores denominados polígonos industriales, generalmente debido al gran espacio que poseen, son usadas como almacenes o talleres, los cuales generarán diversos puestos de trabajo. Si a lo expuesto anteriormente sumamos la informalidad en la construcción que es muy presente en el país tenemos lugares de trabajo nada seguros, puesto que en un futuro evento sísmico estas estructuras podrían colapsar y con ello es probable que se generen numerosas pérdidas humanas.

A nivel internacional, en los últimos años, diversos estudios realizados demuestran que China, Alemania y Estados Unidos de América representan aproximadamente más de la tercera parte de las exportaciones mundiales de manufacturas (CEPAL, 2020).

A nivel nacional, en Perú, uno de los sectores económicos más importantes es el de las empresas manufactureras, es decir, compañías que se dedican a la transformación física o química de materia prima en nuevos productos y es uno de los sectores más importantes porque genera gran cantidad de puestos laborales. Según un estudio llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática "INEI", este sector presenta una densidad empresarial igual a 5,9, es decir, por cada mil peruanos existen seis empresas manufactureras. "Perú: estructura empresarial 2018" (INEI, 2019).

A nivel local, aproximadamente existen 188 mil 650 empresas manufactureras en todo Lima metropolitana que representan el 9,6% del total de empresas. Esto evidencia que, en este sector, la capital tiene una mayor cobertura empresarial ya que la densidad empresarial indica que, por cada mil peruanos existen por lo menos diez empresas manufactureras. "Perú: estructura empresarial 2018" (INEI, 2019)

Es por ello que se propuso reforzar la nave industrial autoconstruida ubicada en el distrito de Huarochirí, Lima. El proceso de reforzamiento constó en primer lugar de evaluar la estructura existente mediante una visita de campo. Se realizó una inspección visual en la cual se determinó los perfiles actuales empleados en los

principales elementos resistentes a fuerzas sísmicas y se observó el tipo de conexión empleada en los elementos. Así mismo, con la información recopilada se realizaron los planos de estructuras que incluye perfiles, espesores, dimensiones, elevaciones, tipo de conexiones, etc.). Por otro lado, se llevó a cabo un estudio de mecánica de suelos (EMS) donde se obtuvieron los datos técnicos del suelo de fundación y con ello se determinó la fuerza sísmica que recae en la estructura.

Con base a lo anterior, se formuló un problema general: ¿Cuál es el estado actual de la nave industrial ubicada en el distrito de Huarochirí - Lima, respecto a su comportamiento sismorresistente?, y como problemas específicos: ¿Cómo determinar si la nave industrial ubicada en Huarochirí - Lima, cumple las disposiciones de la norma peruana E.030?, ¿Cómo determinar si la nave industrial reforzada ubicada en Huarochirí - Lima, cumple las disposiciones de la norma peruana E.030? y para concluir, ¿Cómo determinar si la nave industrial reforzada ubicada en Huarochirí - Lima, cumple lo prescrito en la norma peruana E.090?.

La investigación se justifica porque busca brindar un aporte a la ingeniería sismorresistente en el Perú y a la solución de problemas estructurales para naves industriales autoconstruidas con una deficiente estructuración y un comportamiento inadecuado frente a las fuerzas sísmicas.

Por lo expuesto, el objetivo general del presente trabajo de investigación es determinar el estado actual de la estructura en términos de esfuerzos y deformaciones para así elaborar una propuesta de reforzamiento con el fin de mejorar su comportamiento sismorresistente y como objetivos específicos se pretende identificar si la estructura inicial cumple con los lineamientos o requisitos mínimos expuestos en la norma peruana E.030 “diseño sismorresistente”. Además, después de realizar el reforzamiento se volverá a verificar si la estructura cumple los requisitos mínimos exigidos por la norma E.030. Continuando, se verificará si la estructura reforzada cumple los lineamientos de la norma de E.090 “estructuras metálicas”.

La hipótesis general es que el diseño de la propuesta de reforzamiento ayudará a mejorar la respuesta estructural de la nave industrial ubicada en Huarochirí - Lima. Como hipótesis específica se plantea que la estructura inicial no cumple las

condiciones mínimas de resistencia, rigidez y ductilidad establecidas en las normas de diseño sismorresistente E.030. La siguiente hipótesis específica es que la nave industrial con la propuesta de reforzamiento si cumple los requisitos mínimos planteados por la norma E.030 y la última hipótesis específica es que la nave industrial con la propuesta de reforzamiento si cumple los requisitos mínimos establecidos en la norma E.090.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como antecedentes internacionales, se puede mencionar a Guerrero (2020), cuyo objetivo fue analizar una de las metodologías para rehabilitación de estructuras metálicas debidos a daños causados por efectos sísmicos. La metodología empleada fue el de una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que las variables se cuantificaron. La población de estudio fue una nave industrial ubicada en el cantón Ambato catalogada con un peligro sísmico alto. Entre los instrumentos empleados tenemos el software “ETABS” de CSI y las guías y manuales nacionales e internacionales aplicables. Para el análisis sísmico el R empleado fue igual a 8.00. Los resultados demostraron que, en este tipo de estructura, el principal modo de falla es local, además que los mismos están ubicados cerca de la unión cercha – columna.

Continuando, Contreras (2016), cuyo objetivo fue tipificar dos modelos no tradicionales de estructuras tipo nave industrial de acero para su posterior análisis y diseño estructural. La metodología empleada fue el de una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que las variables se cuantificaron. La población de estudio fueron dos naves industriales cuyas características satisficieron lo expuesto por el autor, una de ellas en base a un reticulado espacial y la otra, en base a perfiles de alma llena. Los instrumentos utilizados fueron el software de análisis estructural “SAP 2000” y las guías y manuales nacionales e internacionales correspondientes. Para el análisis sísmico el R empleado fue igual a 6.00. Los resultados permitieron conocer un proceso de análisis y diseño estructural empleando normativa estadounidense; ACI y AISC para miembros de concreto armado y de acero estructural respectivamente, para estos dos tipos de configuración estructural.

Finalmente, Cabello (2016) cuyo objetivo fue presentar a los estudiantes y profesionales de la especialidad de ingeniería estructural, los recursos prácticos mínimos para realizar el análisis sísmico y estructural de una nave industrial empleando el software ETABS, para posteriormente diseñar los elementos resistentes empleando normativa nacional e internacional, según corresponda. La metodología empleada fue el de una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que las variables se cuantificaron. La población de estudio fue una nave industrial cuyas características satisficieron lo expuesto por el autor. Para

el análisis sísmico se empleó un valor  $Q$  igual a 2.00 y un coeficiente de regularidad igual a 0.8. Entre los instrumentos empleados tenemos el software “ETABS” de CSI y las guías y manuales nacionales e internacionales correspondientes. Los resultados brindaron pasos a seguir a modo de guía para estudiantes y profesionales con la especialidad en ingeniería estructural.

Como antecedentes nacionales, tenemos a Callo y Zapata (2019), cuyo objetivo fue buscar una forma de evaluar cómo se podrá dar un nuevo uso a una estructura existente tipo nave industrial. La metodología empleada fue el de una investigación descriptiva y experimental porque se dio un nuevo uso a la estructura. La población de estudio fueron las estructuras tipo nave industrial de dimensiones en planta 14 x 26m y su muestra fue una nave industrial que se reforzó por la implementación de un puente grúa. Los instrumentos utilizados fueron el laboratorio de suelos, el software SAP2000 v21.0.1, los planos de cimentación, libros y catálogos relacionados. Para el análisis sísmico el  $R$  empleado fue igual a 8.00. Los resultados demostraron que las columnas presentaron una deriva menor a la máxima permitida según la norma peruana de diseño sismorresistente. Así mismo, mediante una evaluación económica, se concluyó que es factible el reforzamiento.

Adicionalmente tenemos a Mendoza (2018), cuyo objetivo fue evaluar el sistema Tubest para la optimización durante la fabricación de una nave industrial en Lima. La metodología empleada fue el de una investigación aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que las variables se cuantificaron. La población de estudio fueron las naves industriales en Lima cuyas características satisficieron lo expuesto por el autor. Las técnicas e instrumentos de recolección empleadas fueron fichas creadas por Mendoza que posteriormente fueron validadas por expertos. Los resultados demostraron que el sistema metálico Tubest optimiza la fabricación de este tipo de estructuras, considerando factores de costo y montaje. Empleando este sistema estructural, se logró aligerar una estructura similar en casi un tercio del peso inicial.

Continuando con Robles (2017), cuyo objetivo fue evidenciar en que forma el diagnóstico de la integridad estructural es influido por el análisis estructural en

estructuras tipo nave industrial en Tacna. La metodología empleada fue de tipo aplicada y enfoque cualitativo de diseño no experimental. La población fueron dos unidades mineras en la región. El tipo de muestreo fue no probabilístico de conveniencia, eligiendo de muestra la unidad minera Toquepala. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron, fichas de registro de datos elaboradas por el autor que fueron validadas por expertos. Los resultados concluyeron que el análisis estructural influye de manera significativa durante el diagnóstico de la integridad estructura en este tipo de estructuras.

Por último, Vargas (2017), cuyo objetivo fue realizar la modelación de una estructura metálica destinada a uso de almacén/taller. La metodología empleada fue aplicada puesto que los cálculos se basaron en normativas peruanas y extranjeras. La población fueron las plantas industriales ubicadas en la zona industrial de la Av. Argentina. La técnica empleada fue de observación, ya que por el tipo de investigación fue necesario reconocer las características de diseño. Los instrumentos usados fueron el laboratorio de suelos, trabajos de campo, y ensayos de laboratorio. Los resultados concluyeron que, debido a la baja capacidad portante, el sistema estructural más óptimo fue el de vigas de celosía. Así mismo, se concluyó que el tiempo de ejecución del montaje de un techo parabólico es cuantiosamente menor si lo comparamos con otros sistemas estructurales.

Como teorías relacionadas con el tema, se tiene las siguientes definiciones:

Según Yepes (2018) El acero estructural es una aleación formada principalmente por hierro con pequeñas cantidades de otros elementos como azufre, carbono, silicio, cobre, manganeso, entre otros, que en mayor o menor cantidad dotan al acero de propiedades y características benéficas o perjudiciales.

**Figura 1.** Vigas de celosía de acero estructural



**Fuente:** Elaboración Propia

Según McCormac y Csernak (2012) el acero estructural presenta grandes ventajas, entre ellas tenemos las siguientes propiedades: alta resistencia, elasticidad, uniformidad, durabilidad, ductilidad y tenacidad. Adicionalmente, puesto que presenta gran facilidad para conectar dos o más elementos (mediante soldadura o pernos), agregado a esto la posibilidad de prefabricar elementos y facilidad de montaje, así como también de retiro de piezas, se puede decir que las estructuras de acero presentan viabilidad ante futuras ampliaciones.

Hamburguer (2009) menciona que el comportamiento sismorresistente se mide en términos de resistencia (capacidad estructural de cada elemento del sistema resistente a fuerzas sísmicas) y rigidez (control de desplazamientos y derivas).

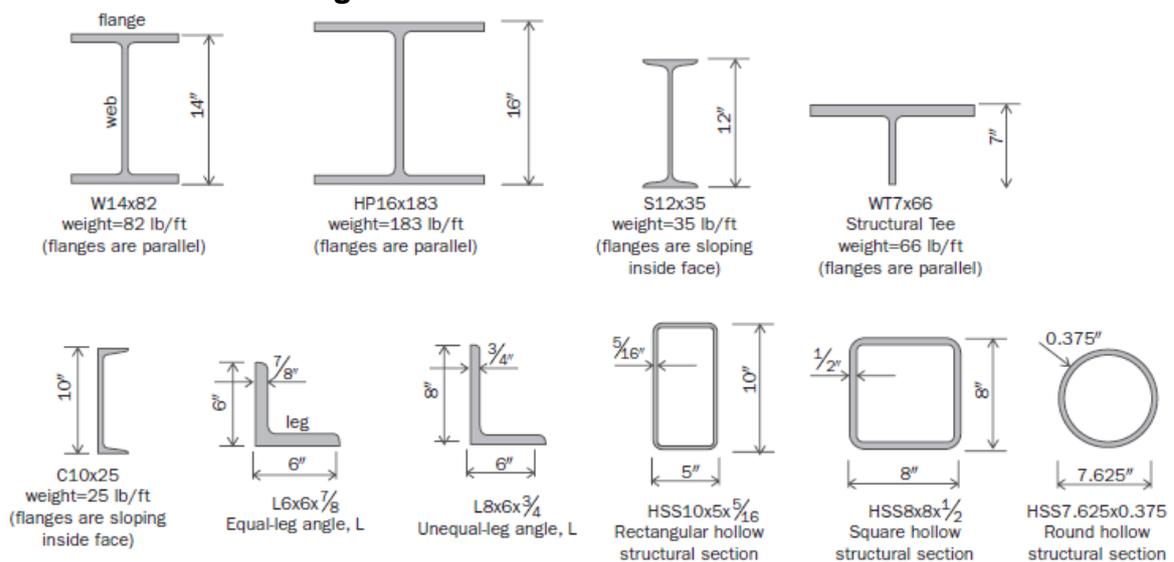
Según Vilca y Collao (2018), el termino reforzamiento estructural hace mención al aumento de la capacidad resistente ante cargas externas de una determinada estructura, incrementando la resistencia sismorresistente inicial. Habitualmente es necesario realizar un reforzamiento cuando hay presencia de pobre mano de obra durante el proceso constructivo o se descubre que hubo errores en la etapa de diseño.

Como enfoques conceptuales relacionados con el tema, se tiene las siguientes definiciones:

De acuerdo con Segui (2018), el diseño estructural en acero parte de la idea de elegir la mejor sección disponible para cada elemento que compone la estructura. Esta selección, muchas veces implica elegir una sección estándar, que en la mayoría de casos es la más económica.

Las secciones estándar o laminadas en caliente se obtienen presionando el acero caliente a través de rodillos hasta obtener la forma deseada. Como secciones más usuales tenemos perfiles I (W-, HP-, S-), T (WT-), C (Canales), L (Ángulos), y HSS (Secciones estructurales huecas). (Shen et al. 2021)

**Figura 2. Perfiles laminados en caliente**



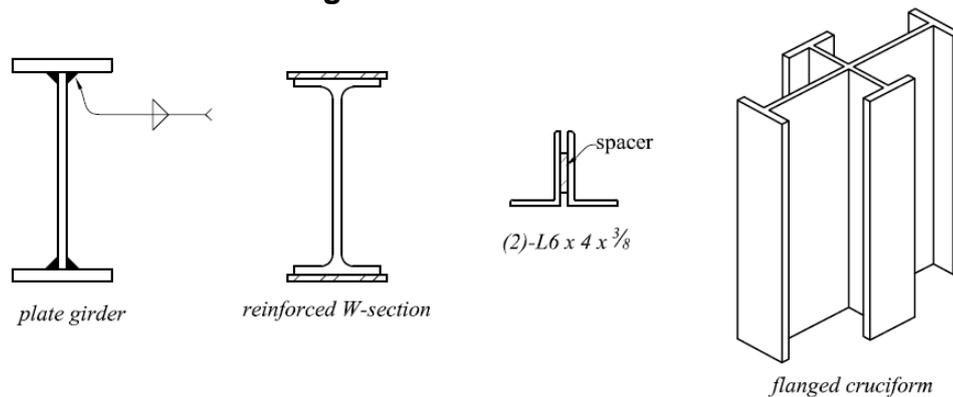
**Fuente:** Shen et al. (2021)

Otros perfiles para aplicaciones estructurales en acero son las llamadas “Secciones conformadas en frío”, que son el resultado de doblar laminas delgadas en la forma

deseada sin calentarlas, estas secciones tienen aplicación en estructuras livianas (Segui, 2018).

Cuando las secciones comerciales no son adecuadas para soportar las cargas aplicadas se opta por armar secciones empleando planchas y secciones comerciales. Otros perfiles armados pueden ser los canales (p. ej.: 2C 12"X25) y ángulos (p. ej: 2L 6"X4"X3/8") espalda con espalda en contacto continuo o enlazados mediante conectores (Aghayere y Vigil, 2020)

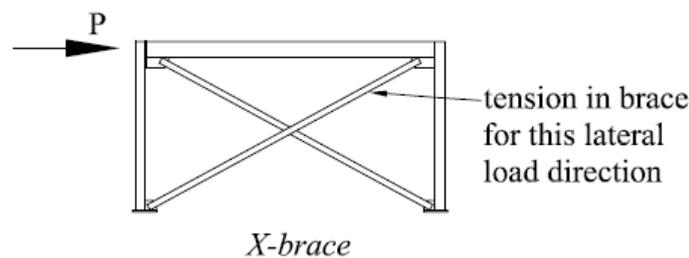
**Figura 3. Perfiles armados**



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Esfuerzo de tracción, según Abanto (2017) un elemento está sometido a esfuerzos axiales de tracción cuando las acciones que recaen sobre el mismo tienden a alargarlo.

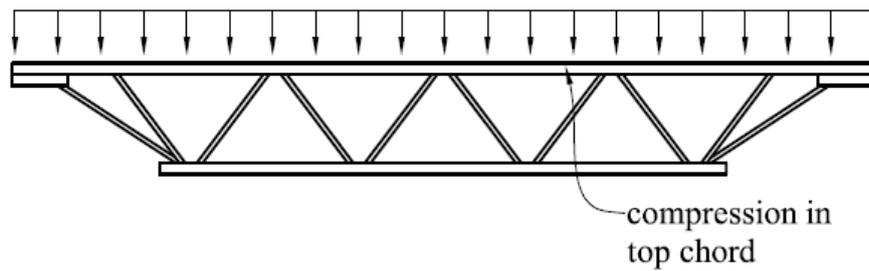
**Figura 4. Elemento sometido a esfuerzos de tracción**



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Esfuerzo de compresión, según Abanto (2017) un elemento está sometido a esfuerzos axiales de compresión cuando las acciones que recaen sobre el mismo tienden a comprimirlo.

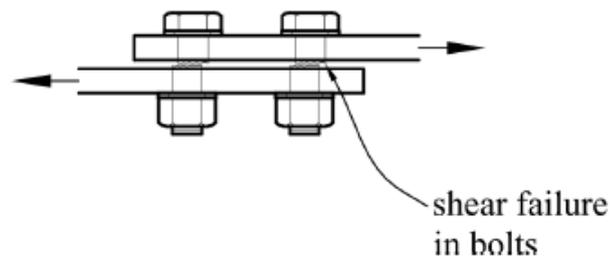
**Figura 5.** *Elemento sometido a esfuerzos de compresión*



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Esfuerzo de corte, según Abanto (2017) un elemento está sometido a esfuerzos de corte cuando las acciones que recaen sobre el mismo tienden a cortarlo.

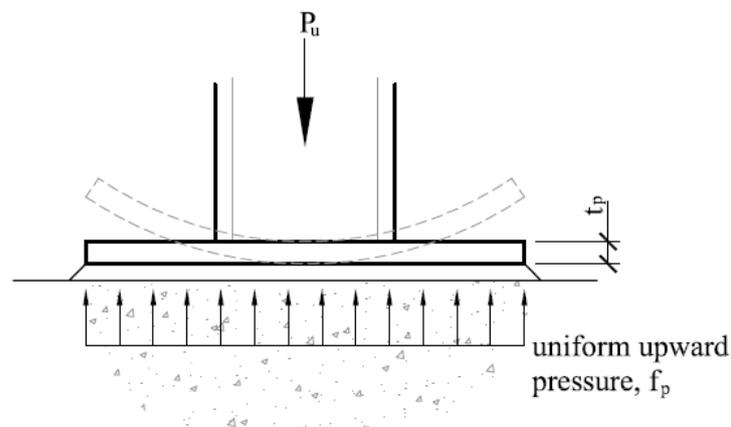
**Figura 6.** *Elemento sometido a esfuerzos de corte*



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Esfuerzo de flexión, según Abanto (2017) un elemento está sometido a flexión cuando las acciones que recaen sobre el mismo tienden a encorvarlo.

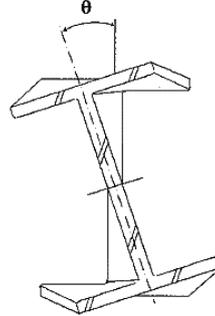
**Figura 7.** *Elemento sometido a esfuerzos de flexión*



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Esfuerzo de torsión, según Darwin et al. (2015) un elemento está sometido a torsión cuando las acciones que recaen sobre el mismo tienden a retorcer el elemento con respecto a su eje axial.

**Figura 8.** Sección sometida a esfuerzos de torsión



**Fuente:** AISC Guía de diseño N° 9 (2003)

Por otra parte, el pandeo es el estado límite, en el cual ocurre un cambio repentino en la geometría de una estructura o de cualquiera de sus partes producto de una carga crítica (AISC 360, 2016).

Según Harmsen (2017) en columnas esbeltas en adición a buscar la solución al problema de resistencia, se debe resolver la estabilidad de la misma. Así mismo, Darwin et al. (2015) menciona que un elemento será esbelto si la sección transversal del mismo es ínfimo comparado a su longitud. El grado de esbeltez se expresa, en función de la longitud y del radio de giro “L/r”. Así mismo, Euler, desarrollo la teoría para elementos elásticos esbeltos a compresión, en general un elemento fallará debido al pandeo cuando la carga aplicada exceda el siguiente valor:

$$P_C = \frac{\pi^2 EA}{(kL/r)^2}$$

Donde, el factor “k” se conoce como factor de longitud efectiva y según McCormac y Csernak (2012) se define como la longitud entre sus puntos de inflexión o de momento nulo. La norma estadounidense ANSI/AISC 360-16 brinda una tabla con diferentes valores para diferentes condiciones de apoyo.

**Figura 9.** Valores aproximados del factor de longitud efectiva,  $K$

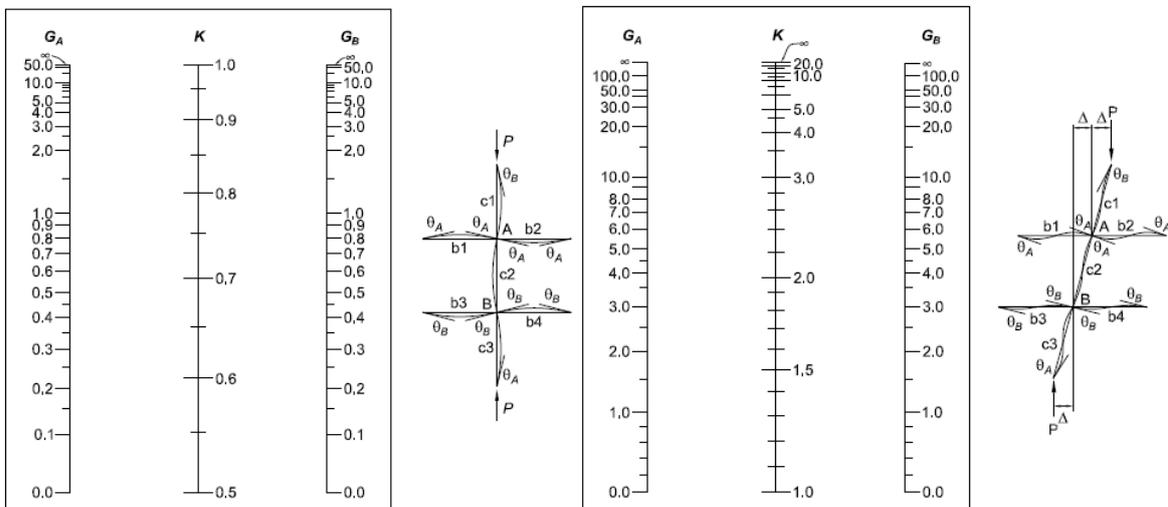
<p align="center"><b>TABLE C-A-7.1</b>  <b>Approximate Values of Effective</b>  <b>Length Factor, <math>K</math></b></p>						
<p>Buckled shape of column is shown by dashed line</p>	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical $K$ value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
End condition code	<p>  Rotation fixed and translation fixed   Rotation free and translation fixed   Rotation fixed and translation free   Rotation free and translation free                 </p>					

**Fuente:** ANSI/AISC 360 (2016)

El reglamento estadounidense AISC 360 (2016), en el apéndice 7 “Métodos alternativos de diseño por estabilidad” brinda un método para estimar el factor  $k$ , basado en monogramas conocidos como “cartas de alineamiento” los cuales están basados en suposiciones, las cuales se mencionan a continuación:

- El comportamiento es elástico
- Todos los nudos son rígidos
- Todos los elementos tienen sección constante
- Las vigas no presentan fuerza axial significativa
- Se desprecia las deformaciones por corte
- Todos los elementos pandean simultáneamente

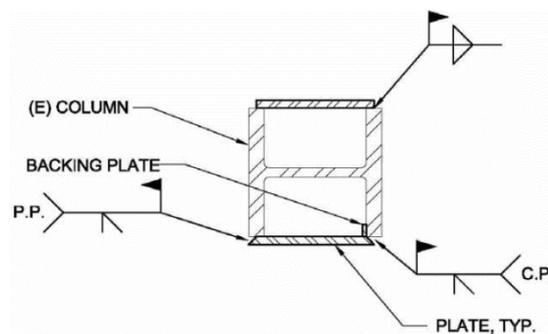
**Figura 10.** Carta de alineamiento para pórticos arriostrados (izquierda) y pórticos no arriostrados (derecha)



**Fuente:** ANSI/AISC 360 (2016)

Según la norma norteamericana FEMA 547 (2006) una forma de reducir la esbeltez y aumentar la capacidad axial y de flexión de un elemento es agregando planchas a la sección transversal, aumentando con ello sus propiedades mecánicas.

**Figura 11.** Perfil W reforzado con planchas



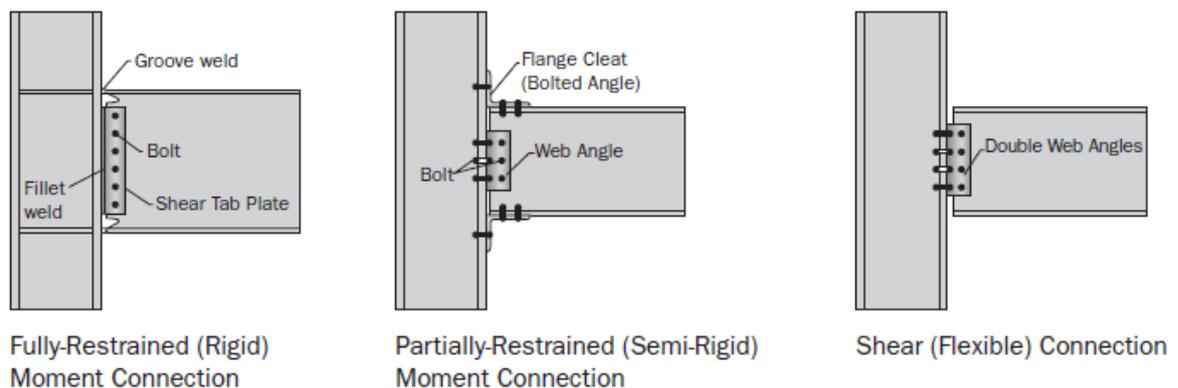
**Fuente:** FEMA 547 (2006)

Además, según la norma peruana E.090 (2006) para elementos cuyo esfuerzo principal es axial de compresión, la relación de esbeltez no debe exceder, 200. Por otro lado, si el esfuerzo aplicado es de tracción, la relación de esbeltez no deberá exceder, en su defecto 300.

Conexión estructural, según Vinnakota (2006) el termino conexión hace referencia al agregado de componentes usados para unir elementos, e incluye elementos afectados (alas, almas o paredes), elementos de conexión (planchas, platinas, ángulos, etc.) y conectores (pernos o soldadura). Las conexiones deben asegurar la transferencia de esfuerzos aplicados de manera individual o combinada entre los elementos vinculados. Generalmente el comportamiento de una conexión es no lineal, a pesar de que los elementos conectados se comporten elásticamente, por ello predecir la transmisión de esfuerzos es complicado. Las conexiones se pueden clasificar en 03 tipos principales:

- Conexión de momento FR (rígida)
- Conexión de momento PR (semirrígida)
- Conexión de cortante simple (articulada)

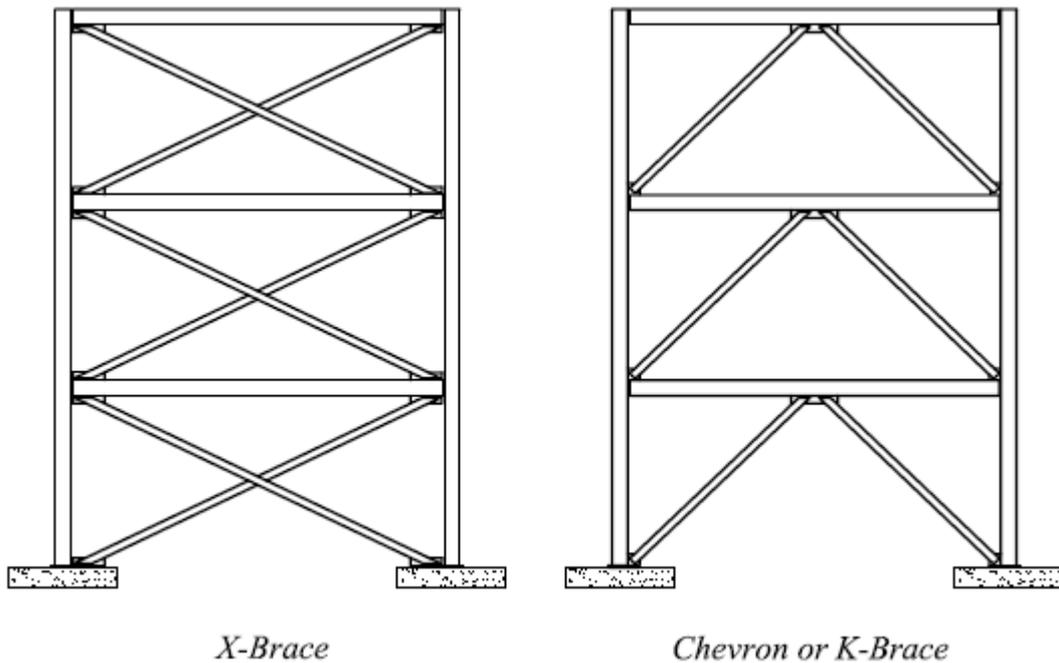
**Figura 12.** Tipos de conexiones



**Fuente:** Shen et al. (2021)

Contravientos, también llamado riostra, según Vinnakota (2006) los sistemas de contravientos pueden ser concéntricos o excéntricos cuyos elementos se cargan axialmente ante cargas laterales. El sistema de contravientos lo conforman elementos horizontales (vigas), verticales (columnas) y elementos inclinados (diagonales). La rigidez lateral del sistema proviene de la rigidez axial de los elementos involucrados.

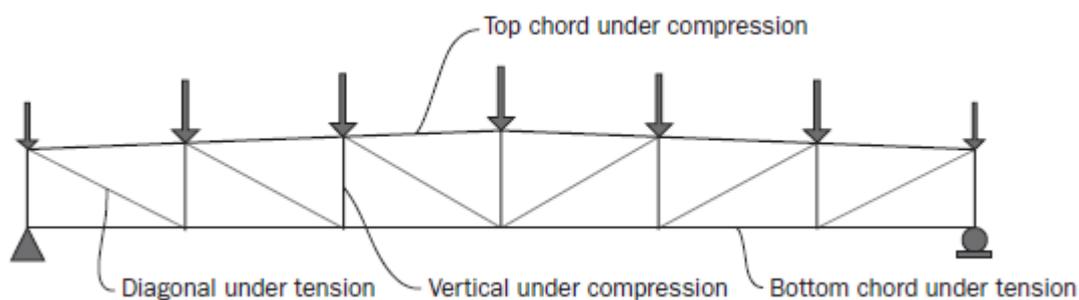
**Figura 13.** Ejemplo de contraviento en estructuras



**Fuente:** Aghayere y Vigil (2020)

Según Torroja (2010) con el avance de la mecánica racional, específicamente del cálculo vectorial, se encontró que las estructuras triangulares brindan más posibilidades frente a los elementos estructurales más usados en la época, como son: el arco, la viga o el pórtico. La armadura, también llamada celosía o cercha, según Vinnakota (2006) es el conjunto de elementos lineales que conforman triángulos para dar lugar a una estructura rígida. El elemento superior de la armadura es llamado cuerda o brida superior y análogamente, el elemento inferior es llamado cuerda o brida inferior. Los elementos diagonales o verticales (montantes) que conforman los triángulos con las cuerdas extremas se denominan miembros del alma. Las armaduras se calculan y fabrican de tal modo que solo presenta esfuerzos axiales, esto se logra haciendo que los gramiles coincidan en las conexiones. En general estos elementos se consideran isostáticos. Un análisis rápido puede demostrar que una armadura se comporta como una viga I, en la que la cuerda inferior y superior resisten el momento flector aplicado descomponiendo el mismo en un par equivalente; en tanto el corte es resistido por las diagonales y montantes.

**Figura 14.** Esquema de una armadura



**Fuente:** Shen et al. (2021)

De acuerdo con Torroja (2010), las triangulaciones tienden a emplear pocas barras y a formar ángulos agudos comprendidos entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$ , como ejemplo representativo de esta tendencia tenemos a la viga Warren, no obstante, esta disposición puede generar pandeo en las barras que se encuentren esforzadas en compresión. Por lo anterior expuesto y dependiendo del caso, se puede optar por emplear la viga Pratt, que presenta los esfuerzos de compresión en las barras más cortas (montantes) y los esfuerzos de tracción en las barras más largas (diagonales).

**Figura 15.** Esquema de viga Warren (Izquierda) y viga Pratt (Derecha)



**Fuente:** Torroja (2010)

### **Definición de términos básicos**

**Nave industrial**, en general, una nave industrial es utilizada para almacenar bienes que una entidad comercializa y además debe presentar espacio suficiente para permitir maniobras y operaciones logísticas en su interior (Ñaupari y Zambrano, 2021)

**Deriva**, acorde con la norma peruana de diseño sismorresistente E.030, la distorsión (deriva) de diseño se computa como la diferencia de los desplazamientos laterales de diseño (inelásticos) dividido entre su respectiva altura de entrepiso.

**Tabla 1. Distorsión de entrepiso**

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
Material predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
MDL	0.005

**Fuente:** Adaptado de Límites para la distorsión del entrepiso, de Norma E.030, 2019, ICG.

**Análisis estructural**, es el proceso de calcular los esfuerzos y deformaciones en una estructura y sus conexiones, producto de las cargas externas empleando las hipótesis de la estática y resistencia de materiales. (ANSI/AISC 360, 2016)

**Análisis elástico**, es el análisis estructural basado en la hipótesis de que, al retirar las acciones sobre la estructura, esta recuperara su geometría inicial. (ANSI/AISC 360, 2016)

**Carga de diseño**, es la carga aplicada en un elemento de la estructura computada acorde a las diversas combinaciones LRFD. (ANSI/AISC 360, 2016)

**Columna**, es el elemento estructural generalmente vertical cuya función principal es transmitir cargas axiales de compresión (ANSI/AISC 360, 2016)

**Diseño estructural**, es el proceso de definir las propiedades mecánicas de una estructura con el fin de obtener una determinada resistencia o condición de servicio. (ANSI/AISC 360, 2016)

**Sistema resistente a fuerzas sísmicas**, es una porción de los elementos que componen el sistema estructural que se considera que resisten las acciones sísmicas. (ANSI/AISC 360, 2016)

**Resistencia**, es la capacidad de un material de resistir cargas excesivas sin presentar fallas (Hibbeler, 2011)

**Rigidez**, es la oposición a la deformación de una estructura o parte de ella, expresado en términos de fuerza dividido por desplazamientos (mm) o momentos dividido por su respectiva rotación (rad.) (ANSI/AISC 360, 2016)

### **III. METODOLOGÍA**

## 1.1 Tipo y diseño de investigación

### Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicada debido a que la misma busca conocer, construir, y modificar una realidad problemática. Además de estar más enfocada a la solución de un problema antes que el desarrollo de un nuevo conocimiento. (Borja, 2012). En base a lo anterior, se puede decir que la investigación fue de tipo aplicada porque el propósito de la misma es brindar una propuesta de reforzamiento para mejorar el comportamiento sísmico de una nave industrial aplicando conocimientos adquiridos como, por ejemplo, el uso de reglamentos nacionales e internacionales vigentes.

### Diseño de investigación:

El diseño de la investigación fue transeccional descriptiva, puesto que la información de entrada fue obtenida en un momento único, además dichas variables no serán modificados. (Valderrama, 2013)



Dónde M es la muestra y O es la observación de la variable.

### Enfoque de la investigación:

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, porque se fundamenta en una base de datos (información recolectada en campo) y se busca conocer una realidad mediante la acumulación de datos y posterior análisis con lo que se puede corroborar las hipótesis o teorías planteadas. (Borja, 2012)

## **1.2 Variables de operacionalización**

### **Variable independiente: Reforzamiento estructural.**

El reforzamiento estructural es mejorar la capacidad estructural en términos de resistencia, rigidez y ductilidad por encima de los niveles originales de elementos dañados o no. (AISC, 2003)

### **Variable dependiente: Comportamiento sismorresistente.**

El análisis sismorresistente es la evolución que determina el comportamiento de la estructura durante un movimiento sísmico (Blanco, 2012)

La matriz de operacionalización se puede observar en el anexo 1.

## **1.3 Población, muestra y muestreo**

### **Población:**

Según Sánchez et al. (2018) es un conjunto formado por individuos o elementos que poseen características similares. La población de la investigación fueron las naves industriales autoconstruidas en acero estructural ubicadas en la ciudad de Lima, Perú; cuyo sistema estructural resistente a fuerzas sísmicas es el de columnas en voladizo.

### **Muestra:**

Según Sánchez et al. (2018) es una agrupación de individuos o elementos extraídos al azar por algún sistema de muestreo que puede ser probabilístico o no. La muestra de la investigación fue una nave industrial ubicada en el distrito de Huarochirí.

### **Muestreo:**

Según Sánchez et al. (2018) es el conjunto de operaciones que se efectúan para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población determinada. Con lo expuesto anteriormente, se puede decir, que el tipo de muestreo fue no probabilístico puesto que la investigación se enfocó en el estudio de una estructura en particular.

## **1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos:**

Según Sánchez et al. (2018) son medios que se emplean para reunir información con el fin de realizar una investigación. Puede ser directa o no, entre las directas tenemos las entrevistas, observaciones, entre otros, mientras que las indirectas están referidas a cuestionarios, test, etc. Las técnicas empleadas para recolectar los datos de entrada fueron, en primer lugar, fichas de control dimensional que registraron todas las informaciones referentes a perfiles, dimensiones, altura y distancias que se obtuvieron en la visita realizada a campo. Complementando la información anterior, se obtuvo datos adicionales de catálogos, revistas, libros y reglamentos. Las actividades se realizaron durante los meses de febrero, marzo y abril del año 2022 y se detallaran a continuación:

25/02/22: Inspección visual e identificación de perfiles y conexiones

26/02/22: Inspección visual y medida de distancias

27/02/22: Llenado de fichas de control dimensional

07/03/22: Elaboración de planos de la estructura inicial

28/04/22: Excavación de calicatas y extracción de muestras

### **Instrumento de recolección de datos:**

Según Sánchez et al. (2018) es una herramienta que es conjunto de una técnica de recolección de datos. Como ejemplo tenemos los siguientes, una guía, un manual, un cuestionario, etc. Los instrumentos de recolección de datos fueron: fichas técnicas de control dimensional, estudio de mecánica de suelos, hojas de cálculo en Microsoft Excel 2019, Autocad, SAP2000 e IdeaStática. Además, para el levantamiento de la información en campo se usaron las siguientes herramientas: flexómetro, distanciómetro y pie de rey.

## 1.5 Procedimientos

Considerando los objetivos planteados, se desarrolló el siguiente procedimiento:

Primero, se realizó una visita de campo e inspección visual puesto que fue necesario obtener información vital como son: dimensiones de los perfiles empleados, espesores, alturas, ubicación de las columnas, tijerales, viguetas, tipo de conexión, etc.

**Figura 16.** *Medición de Armadura A – 01*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 17.** *Medición de Columna CM – 02*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 18.** *Medición de espesor de cartela*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 19.** *Autores en la visita de campo*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 2.** Armaduras encontradas en campo

Descripción	Cantidad	Tipo	Sección
A – 01	8	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5
A – 02	6	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5
A – 03	7	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5
A – 04	6	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5
A – 05	3	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5
A – 06	3	Armadura	Brida superior: 2 TR 60X40X3
			Brida inferior: 2 TR 60X40X3
			Diagonales: 2 TC 32X32X2.5
			Montantes 2 TC 38X38X2.5

**Fuente:** Elaboración propia

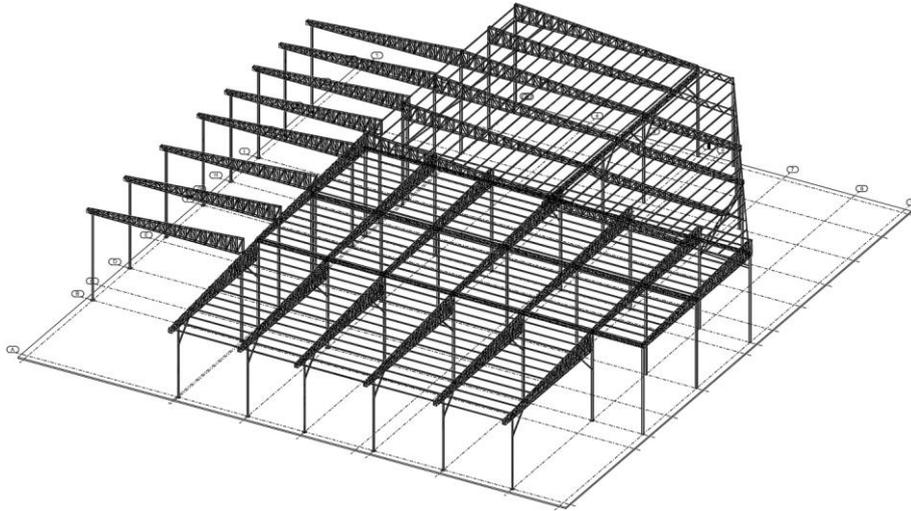
**Tabla 3.** Columnas encontradas

CM – 01	34	Columna	TC 250X250X6
CM – 02	12	Columna	TC 200X200X6
CM – 03	7	Columna	TC 150X150X6

**Fuente:** Elaboración propia

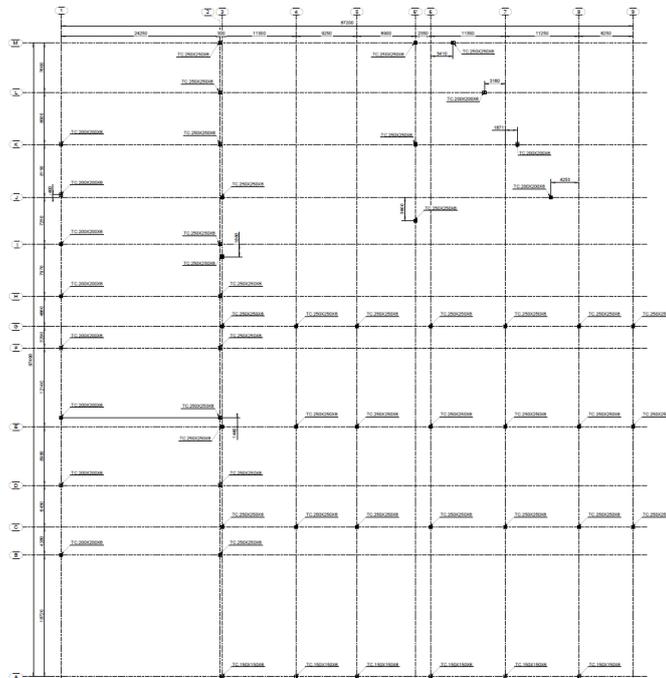
Segundo, después de realizar la visita de campo e inspección visual de todos los elementos que conforman la estructura, se procedió con el llenado de las fichas de registro de datos (Ver anexo 03). A continuación, y teniendo en cuenta la información encontrada en campo se elaboraron los planos de la estructura inicial.

**Figura 20.** *Isométrico de estructura inicial*



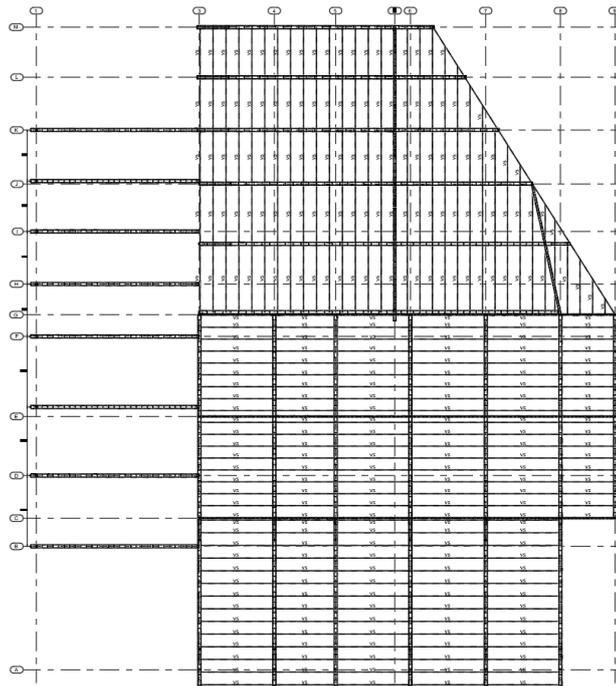
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 21.** *Planta de distribución de columnas*



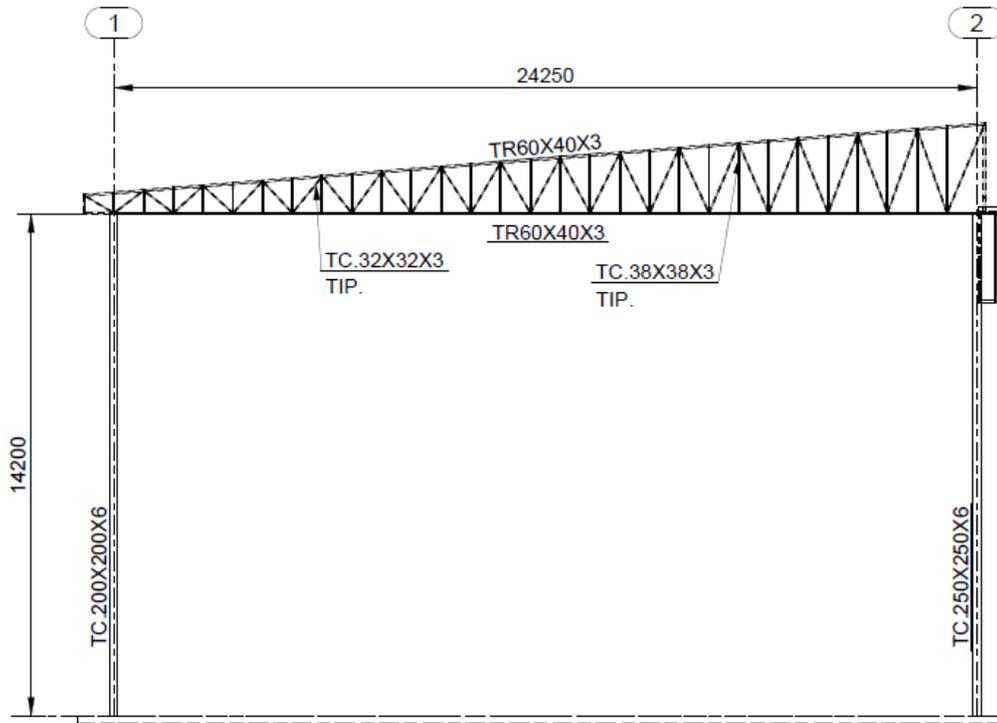
**Fuente:** Elaboración propia

Figura 22. Planta de techos estructura inicial



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Elevación de Armadura A - 01



Fuente: Elaboración propia

Tercero, para poder realizar el análisis sísmico de la estructura inicial fue necesario contar con parámetros sísmicos que se obtuvieron del estudio de suelos, para ello se realizaron 03 calicatas, de las cuales se extrajeron 03 muestras del suelo.

**Figura 24. Calicata 01**



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 25. Calicata 02**



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 26. Calicata 03**



**Fuente:** Elaboración propia

Se sugiere revisar el anexo 04, donde se muestra el estudio de suelos desarrollado.

**Tabla 4. Resumen del E.M.S.**

Resumen del estudio de mecánica de suelos									
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS
C-01	M - 1	3.00	57.5	53.0	60.7	NP	NP	NP	GP
C-02	M - 1	4.00	39.3	44.0	34.5	NP	NP	NP	GP
C-03	M - 1	3.00	3.2	3.0	4.8	NP	NP	NP	GP

**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 5, resultados del estudio de mecánica de suelos, se contempla que el suelo de fundación de la estructura se puede clasificar como una grava pobremente gradada (GP).

**Tabla 5. Parámetros sísmicos del suelo**

Parámetros sísmicos	
Factor de zona (Z)	0.45
Factor de suelo (S)	1.05
Periodo (TP)	0.60
Periodo (TL)	2.00

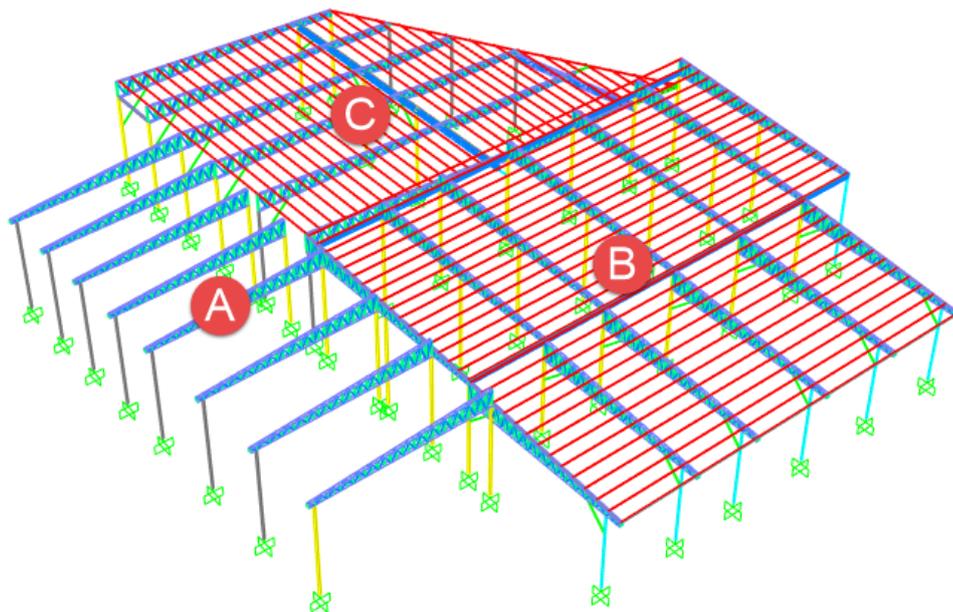
**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 3, Parámetros sísmicos del suelo, se observan los diferentes parámetros necesarios para analizar sísmicamente la estructura; tenemos el factor Z con un valor igual a 0.45, el factor de suelo S igual a 1.05 que depende del perfil asignado al suelo tomando en cuenta la velocidad promedio de las ondas de corte ( $V_s$ ) y la zona sísmica descrita líneas antes. Finalmente, los periodos TP y TL tienen un valor de 0.60 s. y 2.00 s. respectivamente.

Cuarto, una vez se obtuvieron los datos necesarios para realizar el análisis sísmico de la estructura actual, esto es, perfiles, dimensiones, distancias, alturas, espesores, tipo de conexión, parámetros sísmicos del suelo, etc. Se realizó el modelamiento de la estructura en el software de análisis estructural SAP2000 v24.0.0 proporcionado por la empresa CSI en su versión de prueba.

Las armaduras se modelaron mediante elementos frame y no se considera que las mismas restringen el giro de la parte superior de las columnas, las columnas igualmente se modelaron como frame y se consideró la base empotrada. Finalmente, las viguetas se consideraron como simplemente apoyadas, esto se logró articulando sus extremos, es decir, se liberó los momentos en los extremos de las mismas. La estructura se compone de 03 bloques, los cuales se aprecian en la Figura 24.

**Figura 27.** Modelo matemático de la estructura inicial



**Fuente:** Elaboración Propia

## 1.6 Método de análisis de datos

El método empleado para analizar los datos será de tipo descriptivo, ya que tiene como finalidad describir un conjunto de datos relacionados con las variables. (Hernández et al., 2014).

### 3.6.1 Estimación de cargas

#### 3.6.1.1 Carga muerta (D)

Las cargas muertas consideradas son las que corresponden al peso propio de los elementos estructurales y se calculan multiplicando el área efectiva de la sección transversal del elemento y su respectivo peso específico según el tipo de material, para la estructura analizada se emplea el peso volumétrico del acero el cual es igual a 7850 kg/m<sup>3</sup>. Además de carga adicional como sigue:

Peso propio de los elementos estructurales      D1 = Definido por el programa

Peso de cobertura TR4      D2 = 5.0 kg/m<sup>2</sup>

#### 3.6.1.2 Carga viva (Lr)

La carga viva en consideración fue la indicada en la norma peruana E.020, la cual menciona que para techos con cobertura livianas de planchas plegadas u onduladas se deberá considerar una sobrecarga de 30.0 kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga de techo liviano      Lr = 30.0 kg/m<sup>2</sup>

#### 3.6.1.3 Carga de viento (W)

La carga de viento en consideración fue según lo que indica la norma E.020 en su numeral 12.3 y 12.4. La estructura que se está analizando se clasifica como una estructura tipo 1. La velocidad del viento mínima es de 75km/h

De acuerdo a la norma E.020 "Cargas", se define la velocidad de diseño como:

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

Donde:

$V_h$  = Velocidad de diseño en altura h (km/h)

$h$  = Altura sobre el terreno (m)

Se define la carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento sobre la superficie como:

$$Ph = 0.005CVh^2$$

**Tabla 6. Factores de forma**

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	+0.7	-0.7

**Fuente:** Adaptado de Factores de forma, de Norma E.020, 2019, ICG.

A continuación, se muestra el resumen de la carga de viento desarrollada a ser aplicado sobre el modelo.

**Tabla 7. Carga de viento aplicada**

hi (m)	V (km/h)	Vh (km/h)	Barlovento		Sotavento
			C+ (kgf/m <sup>2</sup> )	C- (kgf/m <sup>2</sup> )	C- (kgf/m <sup>2</sup> )
0	45	0	0.00	0.00	0.00
10	45	75	8.44	-19.69	-16.88
11	45	75	8.44	-19.69	-16.88
12	45	75	8.44	-19.69	-16.88
13	45	75	8.44	-19.69	-16.88
14	45	75	8.44	-19.69	-16.88
15	45	75	8.44	-19.69	-16.88
16	45	75	8.44	-19.69	-16.88
17	45	75	8.44	-19.69	-16.88
18	45	75	8.44	-19.69	-16.88

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1.4 Carga de sismo (E)

La carga de sismo se calculó siguiendo los lineamientos de la norma peruana E.030, A continuación, se observa la Tabla 12, la cual indica los parámetros sismorresistentes empleados en la investigación. El coeficiente R se obtendrá del reglamento estadounidense ASCE/SEI 7 y de la norma peruana E.030 según sea conveniente.

#### Parámetros sísmicos

Z	= 0.45	Factor de zona, según RNE E0.30
U	= 1.00	Factor de uso, según RNE E0.30
S	= 1.05	Factor de suelo, según RNE E0.30
C	= Var.	Factor de amplificación sísmica, según RNE E0.30
Rox,y	= 1.25	Factor de reducción de resistencia (SOCC)
Rox,y	= 4.00	Factor de reducción de resistencia (OCBF)
Cd	= 1.25	Factor de amplificación de deflexiones, según ASCE/SEI 7

Donde:

SOCC : Steel Ordinary Cantilever Column

OCBF : Ordinary Concentrically Braced Frame

#### Fuerza cortante en la base

De acuerdo al artículo 28 de la norma E.030, la fuerza cortante en la base se calculará con la siguiente formula.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Donde P es el peso sísmico asociado a la estructura y según el artículo 26 se estima como el total de la carga permanente y un porcentaje de la sobrecarga que para el presente estudio se tomara el 25% de la carga viva.

Así mismo, el valor de C/R deberá ser mayor que 0.11

**Modos de vibración** Acorde con el artículo 29 de la norma E.030, para cada dirección de análisis se considerará los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos igual al 90% del total.

## Espectro de diseño

De acuerdo al artículo 29 de la norma E.030, la aceleración espectral se calculará con la siguiente formula.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad y  $C$  se calcula de acuerdo al artículo 14 de la norma E.030.

$$T < T_p \quad C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.50 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.50 \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

## Fuerza cortante mínima

De acuerdo al artículo 29 de la norma E.030, la fuerza cortante dinámica en la base de la estructura no puede ser menor que el 90% del valor estático para estructuras irregulares, ni menor que el 80% para estructuras regulares.

### 3.6.1.5 Combinaciones de carga

Para el desarrollo de los esfuerzos internos en la estructura se consideró las combinaciones de cargas indicadas la norma peruana E.090, la cual menciona que se deben inspeccionar lo siguiente:

1.4D	(U1)
1.2D + 1.6L + 0.5(Lr o S o R)	(U2)
1.2D + 1.6(Lr o S o R) + (0.5L o 0.8W)	(U3)
1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(Lr o S o R)	(U4)
1.2D ± 1.0E + 0.5L + 0.2S	(U5)
0.9D ± (1.3W o 1.0E)	(U6)

### 3.6.2 Desplazamientos y Derivas

Después de realizar el modelado de la estructura inicial en SAP2000 y haber aplicado las acciones externas que se describieron líneas antes (D, Lr, W y E), se obtuvieron los desplazamientos elásticos. Los desplazamientos permisibles se calcularán según las recomendaciones de la norma peruana RNE E0.30 "Diseño sismorresistente", la cual indica que las deformaciones se calcularán acorde a lo siguiente:

Artículo 31.- Para estructuras regulares e irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R o 0.85R respectivamente los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico.

$$\delta xi = (0.85 \text{ ó } 0.75)R(\delta xe)$$

No obstante, El cálculo de desplazamientos laterales donde se usó el coeficiente R indicado en la norma ASCE7 se obtiene multiplicando el desplazamiento elástico "δxe" por el factor de amplificación de deflexiones obtenido de la norma estadounidense ASCE/SEI 7.

$$\delta xi = (Cd)(\delta xe)$$

La distorsión en el nivel de análisis será:

$$\Delta = \frac{\delta xi}{hi}$$

Donde:

δxe = Desplazamiento relativo de entrepiso (d – d<sub>i-1</sub>)

hi = Altura relativa de entrepiso (h – h<sub>i-1</sub>)

En el presente caso el material predominante es acero, pero, al tratarse de una estructura de uso industrial, el límite máximo se puede duplicar, en la presente investigación se evaluó con una distorsión Δ<sub>max</sub> = 0.010 (Ver Tabla 1)

Al tratarse de una estructura de un solo nivel, se puede resumir lo siguiente:

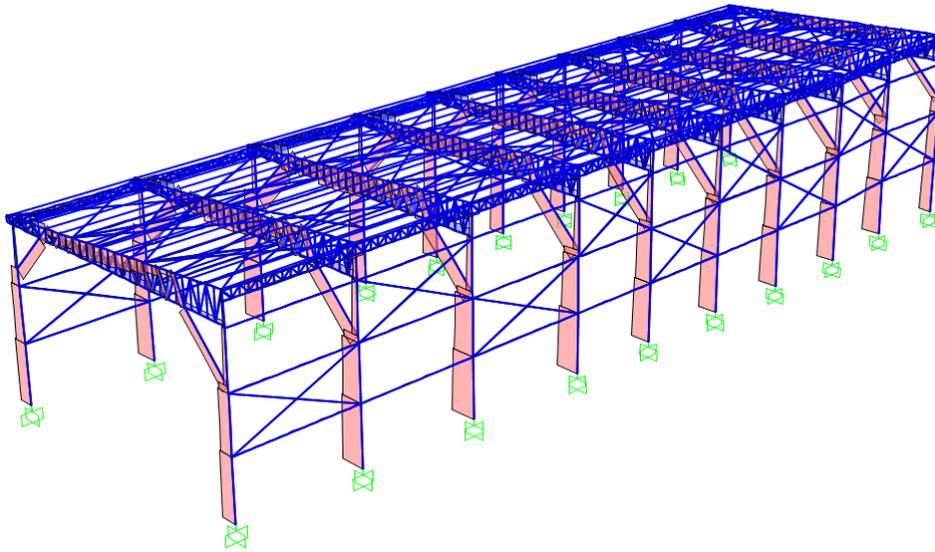
Para los desplazamientos inelásticos:

$$\delta xi \leq 0.010h$$

### 3.6.3 Esfuerzos internos

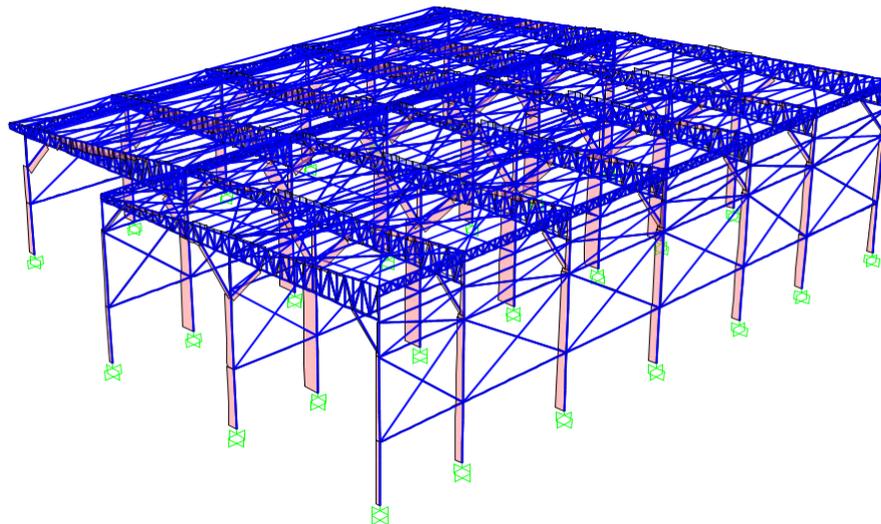
Los esfuerzos internos en la estructura se obtienen como resultado del análisis estructural, los cuales se aprecian en las siguientes figuras.

**Figura 28.** *Fuerzas axiales en Bloque A*



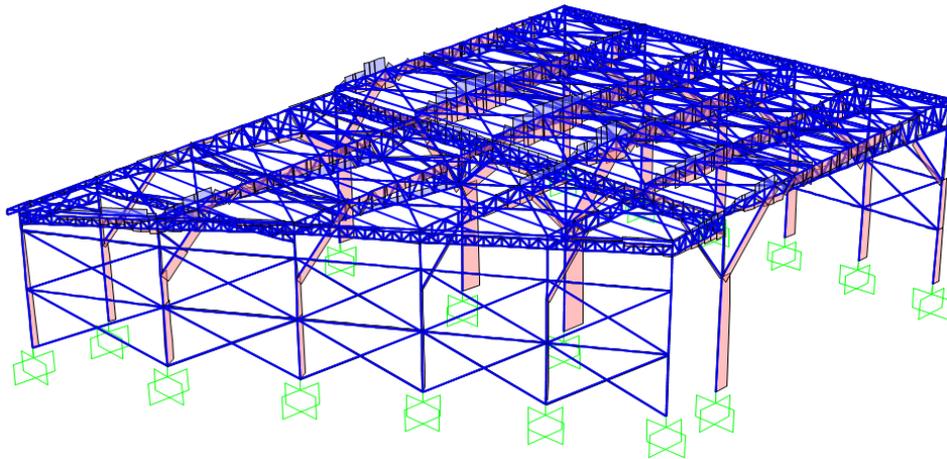
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 29.** *Fuerzas axiales en Bloque B*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 30.** *Fuerzas axiales en Bloque C*



**Fuente:** Elaboración Propia

### **1.7 Aspectos éticos**

El trabajo de investigación se realizó de acuerdo al código de ética de la universidad Cesar Vallejo, se respetaron los principios y valores durante todo el proceso de la investigación, para ello se empleó el software de reconocimiento de plagio Turnitin.

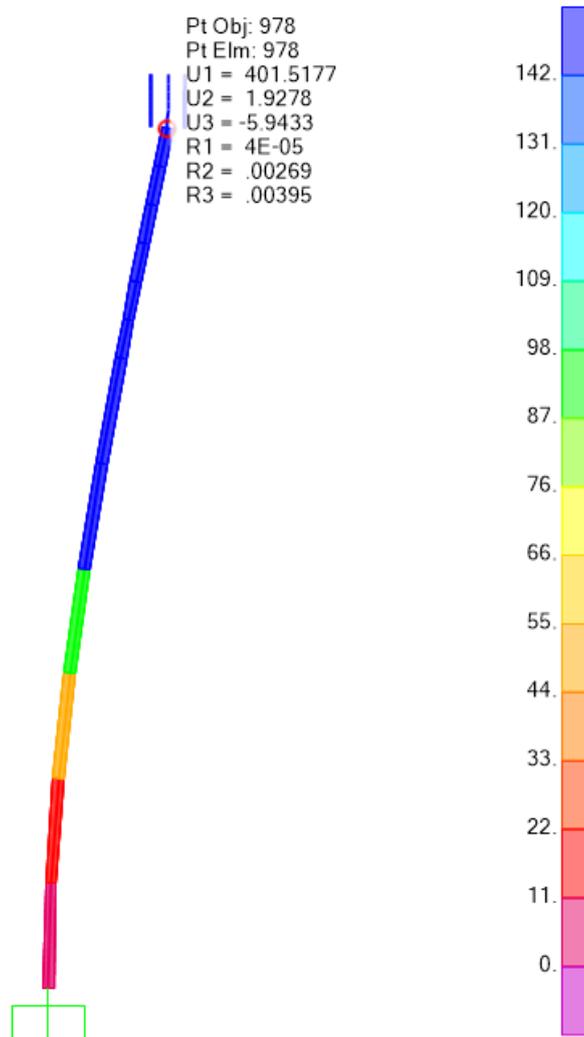
#### **IV. RESULTADOS**

**RESULTADO OE-1: Determinar si la estructura inicial cumple las disposiciones de la norma peruana E.030**

Después de realizar el análisis sísmico con ayuda del software de análisis estructural SAP2000 (ver anexo 07), se obtuvieron los siguientes resultados:

**Bloque B**

**Figura 31. Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección X)**

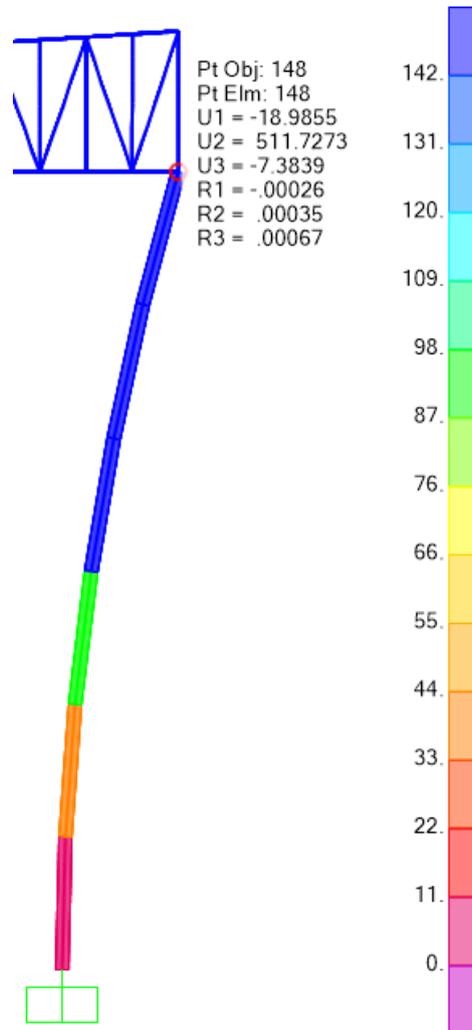


**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 26, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura inicial según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CM – 03 (TC. 150X150X6.0) y es mayor al límite establecido por la misma de

0.010H (117 mm), con una excedencia de  $(401.52-117) / 117 = 243.18\%$ . Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.034, el cual excede el valor de la norma de 0.010.

**Figura 32.** *Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección Y)*

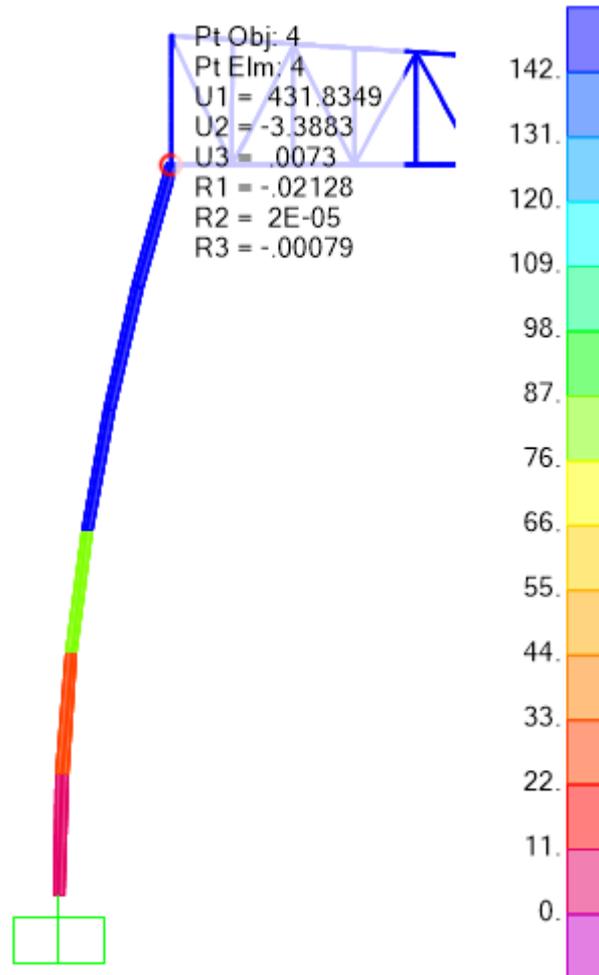


**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 27, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura inicial según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CM – 01 (TC. 250X250X6.0) y es mayor al límite establecido por la misma de 0.010H (142 mm), con una excedencia de  $(511.73-142) / 142 = 260.37\%$ . Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.036, el cual excede el valor de la norma de 0.010.

## Bloque C

**Figura 33.** *Bloque C – Desplazamiento inelástico (Dirección X)*



**Fuente:** Elaboración Propia

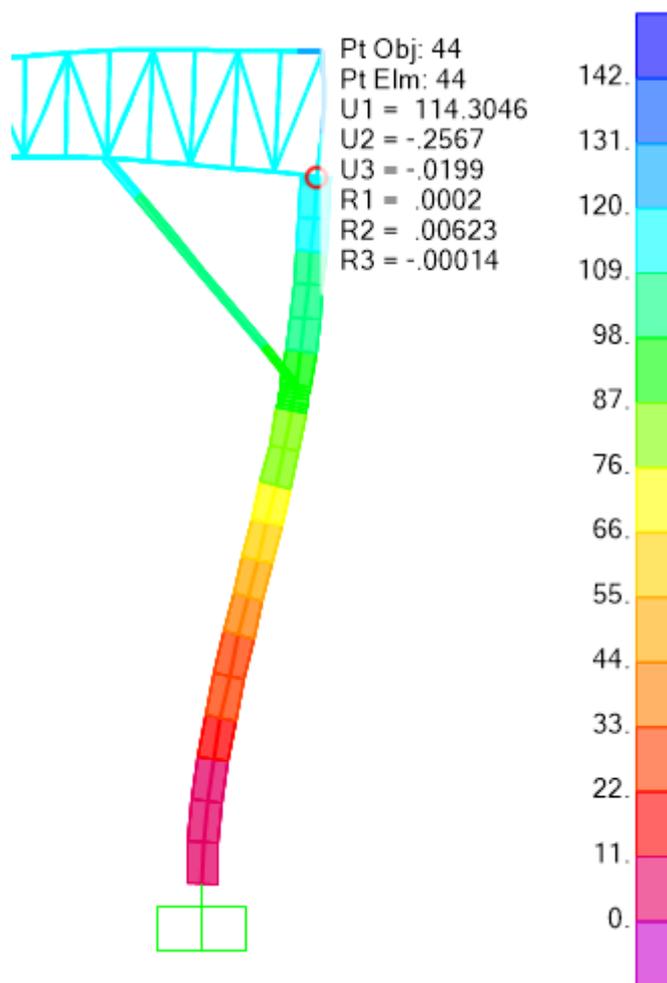
De acuerdo a la Figura 28, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura inicial según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CM – 02 (TC. 200X200X6.0) y es mayor al límite establecido por la misma de  $0.010H$  (142 mm), con una excedencia de  $(434.83-142) / 142 = 206.22\%$ . Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.031, el cual excede el valor de la norma de 0.010.

**RESULTADO OE-2: Determinar si la estructura reforzada cumple las disposiciones de la norma peruana E.030**

Después de realizar el análisis sísmico con ayuda del software de análisis estructural SAP2000 (ver anexo 07), se obtuvieron los siguientes resultados:

**Bloque A**

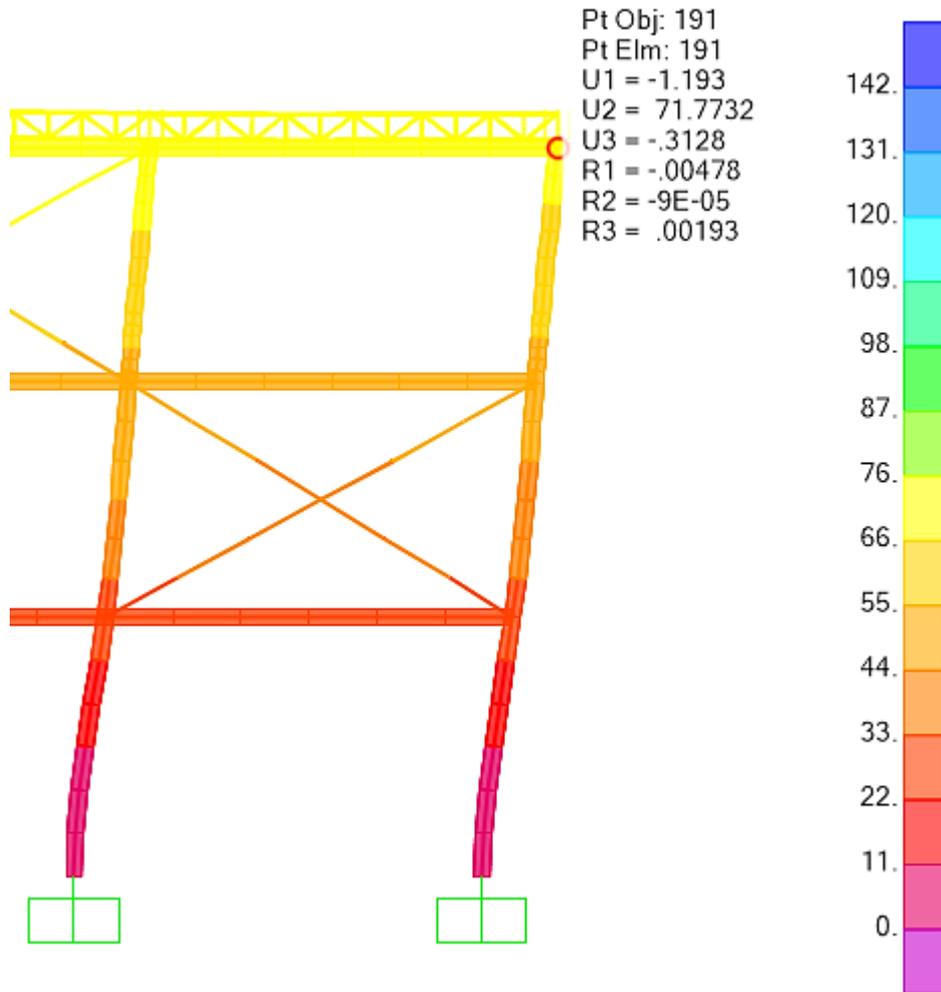
**Figura 34. Bloque A – Desplazamiento inelástico (Dirección X)**



**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 29, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 es 114.30 mm y ocurre en la columna CR – 04 (TR. 600X300X8.0) y es menor al límite establecido por la misma de 0.010H (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.008, el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

**Figura 35.** Bloque A – Desplazamiento inelástico (Dirección Y)

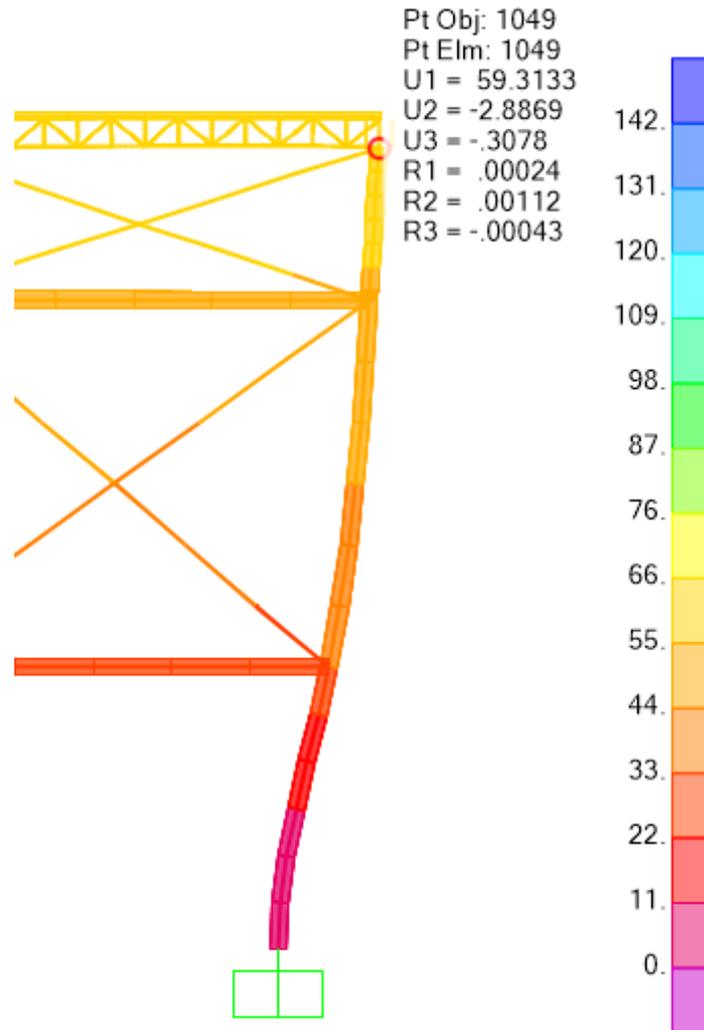


**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 30, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 es 71.77 mm y ocurre en la columna CR – 02 (TR. 500X300X8.0) y es menor al límite establecido por la misma de 0.010H (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.005, el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

## Bloque B

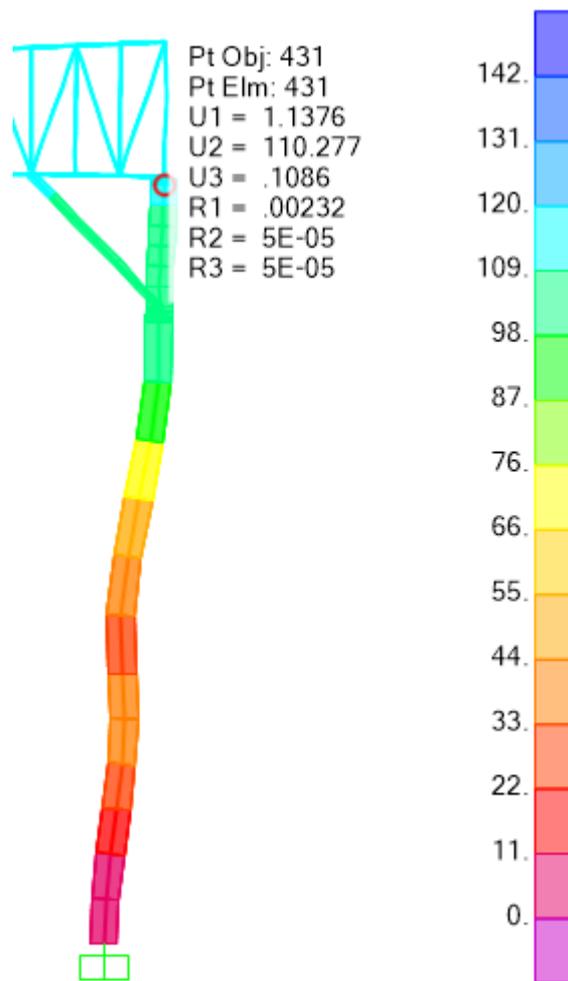
**Figura 36.** *Bloque B – Desplazamiento inelástico (Dirección X)*



**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 31, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CR – 04 (TR. 600X300X8.0) y es menor al límite establecido por la misma de  $0.010H$  (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.004, el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

**Figura 37.** Bloque B – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección Y)

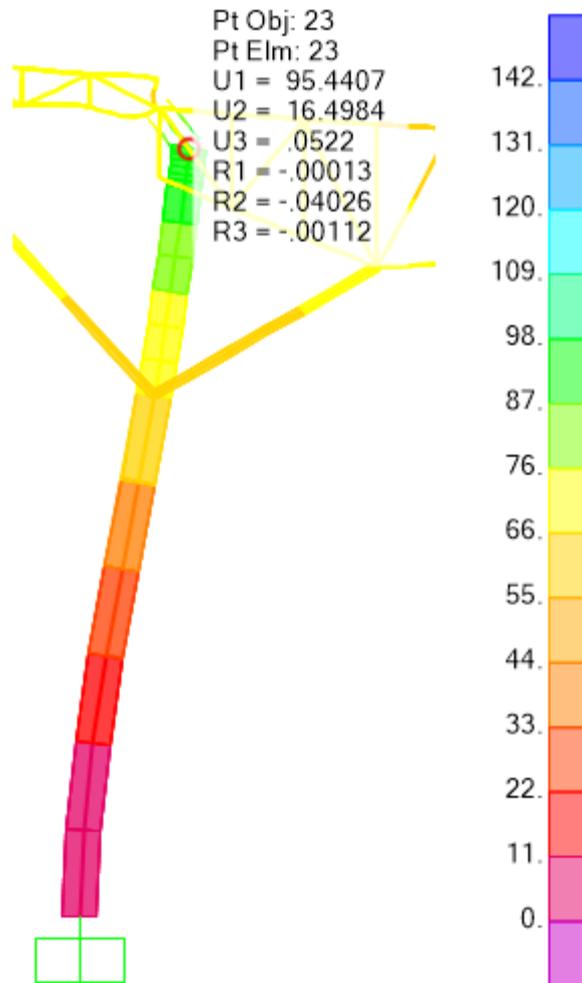


**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 32, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CR – 01 (TR. 500X.300X6.0) y es menor al límite establecido por la misma de  $0.010H$  (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es  $110.28/14200 = 0.008$ , el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

## Bloque C

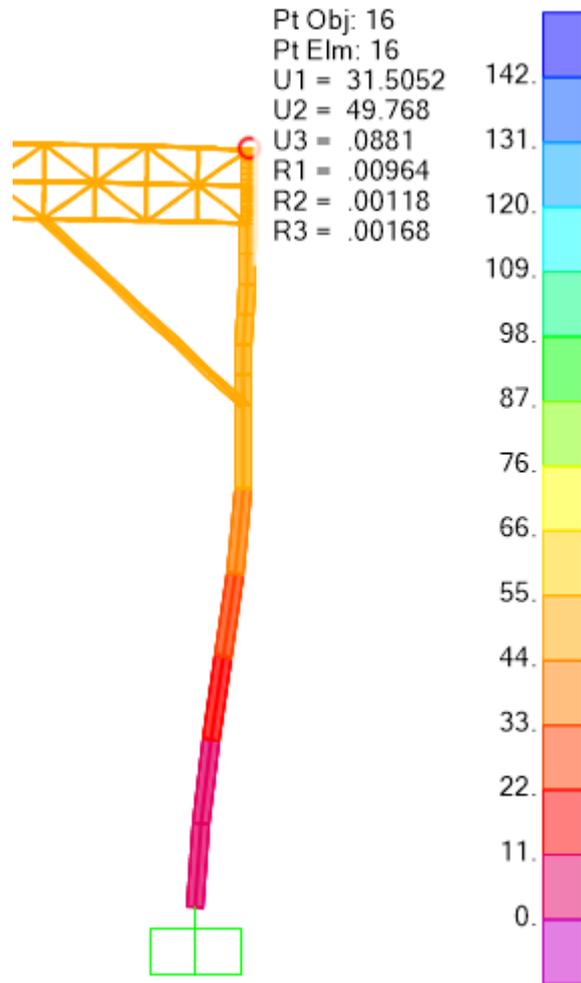
**Figura 38.** *Bloque C – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección X)*



**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 33, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CR – 04 (TC. 600X300X8.0) y es menor al límite establecido por la misma de  $0.010H$  (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.007, el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

**Figura 39.** Bloque C – Desplazamiento inelástico en columna (Dirección Y)



**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 34, se observa que el máximo desplazamiento lateral obtenido en la estructura reforzada según la norma peruana E.030 ocurre en la columna CR – 04 (TC. 600X300X8.0) y es menor al límite establecido por la misma de  $0.010H$  (142 mm). Así mismo, la distorsión en la estructura es 0.004, el cual es menor al valor permisible de 0.010 indicado en la norma E.030.

### RESULTADO OE-3: Determinar si la estructura reforzada cumple las disposiciones de la norma peruana E.090

Después de realizar el análisis estructural con el software SAP2000 y diseñar estructuralmente los elementos (ver anexo 08), se obtuvieron los siguientes resultados.

#### Bloque A

**Tabla 8.** *Bloque A – Resultados de diseño en columnas*

Código	CR - 01	CR - 02	CR - 03	CR - 04
Sección	500X300X6	500X300X8	600X300X6	600X300X8
Pu (kN)	54	74	90	100
Vu (kN)	39	50	63	73
Mu (kN-m)	238	309	375	450
$\phi P_n$ (kN)	1825	2421	2270	3062
$\phi V_n$ (kN)	743	1457	614	1449
$\phi M_n$ (kN-m)	327	549	430	711
kL/rx	75	76	64	64
kL/ry	39	39	39	39
D/C	0.74	0.58	0.89	0.65

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 8**, Bloque A – Resultados de diseño en columnas, se observa que las columnas reforzadas presentan bajas relaciones de esbeltez, esto se logró colocando el peralte del perfil en el eje más desfavorable y por el otro lado se incorporó vigas de amarre y arriostramiento vertical los cuales disminuyeron la longitud de pandeo de las columnas y permitió desarrollar más capacidad a compresión axial. Adicionalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es inferior a la unidad en todos los casos, lo cual indica que los elementos resisten satisfactoriamente las cargas aplicadas. Finalmente se puede percibir que la demanda en corte es risible en comparación a la resistencia del perfil.

**Tabla 9.** *Bloque A – Resultados de diseño en Tijeral A - 01*

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 32X32X2.5	2 TR. 38X38X2.5
Pu (kN)	166	203	36	33
$\phi P_n$ (kN)	211	266	96	128
kL/ry	58	58	75	63
D/C	0.79	0.76	0.37	0.26

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 9**, Bloque A – Resultados de diseño en Tijeral A - 01, se aprecia que los elementos que conforman la armadura A – 01 reforzada presentan una buena relación de esbeltez, esto se logró colocando conectores intermedios entre elementos (montantes y diagonales) con un espaciamiento máximo de un metro. Por otro lado, las cuerdas o también llamadas bridas superior e inferior se arriostraron lateralmente mediante vigas de compresión y templadores, lo cual disminuyó la longitud de pandeo y por ende aumento la resistencia a compresión. Finalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es menor a la unidad en todos los casos, lo cual es correcto.

**Tabla 10.** *Bloque A – Resultados de diseño en Vigüeta VS - 01*

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 L. 2"X2"X1/8"	Barra Lisa Ø = 5/8"	Barra Lisa Ø = 1/2"	Barra Lisa Ø = 1/2"
Pu (kN)	31	29	4	12
φPn (kN)	34	44	13	28
kL/ry	113	-	-	119
D/C	0.90	0.66	0.31	0.42
δe	20.76 mm			
δ.lim = L/180	59.61 mm			

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 10**, Bloque A – Resultados de diseño en Vigüeta VS - 01, se aprecia que los elementos que conforman la brida superior (2L 2"X2"X1/8") presentan una buena relación de esbeltez, esto se logró colocando arriostramiento lateral o también conocido como cruz de san Andrés a los tercios de la longitud total de la vigüeta. Así mismo, el hecho de arriostrar lateralmente la brida superior provocó que disminuyera la longitud de pandeo y por ende aumentó la resistencia a compresión. De igual importancia se aprecia que la relación demanda /capacidad es menor a la unidad en todos los casos, lo cual es correcto. Para concluir, se percibe que la deflexión asociada a la carga viva es menor al límite indicado en la norma peruana E.020, el cual es un complemento de la norma de estructura metálicas.

## **Bloque B**

**Tabla 11.** *Bloque B – Resultados de diseño en columnas*

Código	CR - 01	CR - 03	CR - 04
Sección	500X300X6	600X300X6	600X300X8
Pu (kN)	61	90	88
Vu (kN)	45	67	83
Mu (kN-m)	270	373	484
$\phi P_n$ (kN)	1809	2496	3062
$\phi V_n$ (kN)	743	614	1449
$\phi M_n$ (kN-m)	404	430	711
kL/rx	75	53	64
kL/ry	51	50	50
D/C	0.68	0.89	0.70

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 11**, Bloque B – Resultados de diseño en columnas, se observa que las columnas reforzadas presentan bajas relaciones de esbeltez, esto se logró colocando el peralte del perfil en el eje más desfavorable y por el otro lado se incorporó vigas de amarre y arriostamiento vertical los cuales disminuyeron la longitud de pandeo de las columnas y permitió desarrollar más capacidad a compresión axial. Adicionalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es inferior a la unidad en todos los casos, lo cual indica que los elementos resisten satisfactoriamente las cargas aplicadas. Finalmente se puede percibir que la demanda en corte es risible en comparación a la resistencia del perfil.

**Tabla 12.** *Bloque B – Resultados de diseño en Tijeral A - 02*

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 32X32X2.5	2 TR. 38X38X2.5
Pu (kN)	152	123	67	68
$\phi P_n$ (kN)	192	266	96	128
kL/ry	71	71	76	63
D/C	0.79	0.46	0.70	0.53

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13.** *Bloque B – Resultados de diseño en Tijeral A - 03*

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 32X32X2.5	2 TR. 38X38X2.5
Pu (kN)	71	79	33	38
$\phi P_n$ (kN)	145	266	96	128
kL/ry	81	81	76	63
D/C	0.40	0.30	0.35	0.30

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 12** y **Tabla 13**, se aprecia que los elementos que conforman las armaduras de techo reforzadas presentan una buena relación de esbeltez, esto se logró colocando conectores intermedios entre elementos (montantes y diagonales) con un espaciamiento máximo de un metro. Por otro lado, las cuerdas o también llamadas bridas superior e inferior se arriostraron lateralmente mediante vigas de compresión y templadores, lo cual disminuyó la longitud de pandeo y por ende aumento la resistencia a compresión. Finalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es menor a la unidad en todos los casos, lo cual es correcto.

**Tabla 14.** *Bloque B – Resultados de diseño en Vigüeta VR - 01*

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	TR. 100X50X3	Barra Lisa $\varnothing = 5/8"$	Barra Lisa $\varnothing = 1/2"$	Barra Lisa $\varnothing = 1/2"$
Pu (kN)	31	31	16	7
$\varphi P_n$ (kN)	32	44	28	15
kL/ry	136	-	-	107
D/C	0.95	0.69	0.56	0.47
$\delta_e$	9.13 mm			
$\delta_{lim} = L/180$	63.06 mm			

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 14**, Bloque B – Resultados de diseño en Vigüeta VS - 01, se aprecia que el elemento que conforma la brida superior (TR. 100X50X3) presenta una buena relación de esbeltez, esto se logró colocando arriostramiento lateral o también conocido como cruz de san Andrés a los tercios de la longitud total de la vigüeta. Así mismo, el hecho de arriostrar lateralmente la brida superior provocó que disminuyera la longitud de pandeo y por ende aumento la resistencia a compresión. De igual importancia se aprecia que la relación demanda /capacidad es menor a la unidad en todos los casos, lo cual es correcto. Para concluir, se percibe que la deflexión asociada a la carga viva es menor al límite indicado en la norma peruana E.020, el cual es un complemento de la norma de estructura metálicas.

## **Bloque C**

**Tabla 15.** *Bloque C – Resultados de diseño en columnas*

Código	CR - 03	CR - 04	CR – 05
Sección	600X300X6	600X300X8	600X300X12
Pu (kN)	56	100	107
Vu (kN)	34	52	75
Mu (kN-m)	198	296	575
$\phi P_n$ (kN)	2375	2982	2710
$\phi V_n$ (kN)	614	1449	2684
$\phi M_n$ (kN-m)	430	711	1041
kL/rx	60	64	62
kL/ry	39	39	106
D/C	0.74	0.87	0.87

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 15**, Bloque C – Resultados de diseño en columnas, se observa que las columnas reforzadas presentan bajas relaciones de esbeltez, esto se logró colocando el peralte del perfil en el eje más desfavorable y por el otro lado se incorporó vigas de amarre y arriostamiento vertical los cuales disminuyeron la longitud de pandeo de las columnas y permitió desarrollar más capacidad a compresión axial. Adicionalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es inferior a la unidad en todos los casos, lo cual indica que los elementos resisten satisfactoriamente las cargas aplicadas. Finalmente se puede percibir que la demanda en corte es risible en comparación a la resistencia del perfil.

**Tabla 16.** Bloque C – Resultados de diseño en Tijeral A - 04

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 TR. 40X60X3.0 +PLT. 3mm	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 32X32X2.5	2 TR. 38X38X2.5
Pu (kN)	184	165	61	86
$\phi P_n$ (kN)	230	266	96	128
kL/ry	77	87	76	63
D/C	0.80	0.62	0.63	0.67

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17.** Bloque C – Resultados de diseño en Tijeral A - 05

Descripción	Brida Superior	Brida Inferior	Diagonales	Montantes
Sección	2 TR. 40X60X3.0	2 TR. 40X60X3.0 +PLT. 3mm	2 TR. 32X32X2.5	2 TR. 38X38X2.5
Pu (kN)	158	172	78	6
$\phi P_n$ (kN)	266	204	97	128
kL/ry	93	90	75	63
D/C	0.40	0.30	0.35	0.30

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a la **Tabla 16** y **Tabla 17**, se aprecia que los elementos que conforman las armaduras de techo reforzadas presentan una buena relación de esbeltez, esto se logró colocando conectores intermedios entre elementos (montantes y diagonales) con un espaciamiento máximo de un metro. Por otro lado, las cuerdas o también llamadas bridas superior e inferior se arriostraron lateralmente mediante vigas de compresión y templadores, lo cual disminuyó la longitud de pandeo y por ende aumento la resistencia a compresión. Finalmente se aprecia que la relación demanda /capacidad es menor a la unidad en todos los casos, lo cual es correcto.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

Luego de realizar la idealización matemática y modelar la estructura en el software de análisis estructural SAP2000, se puede apreciar en los resultados que los valores obtenidos del análisis estructural referente a desplazamientos laterales, los cuales son el producto de los desplazamientos elásticos y un porcentaje del factor de reducción de fuerzas sísmicas  $R$  (0.75 para el bloque B y 0.85 para el bloque C), exceden el valor máximo permitido por la norma E.030, el cual para la presente investigación es  $0.01H$ . Además, debido a la falta de un valor reglamentado por normas peruanas para el factor  $R$ , se consideró para la realización de la investigación un valor igual a 1.25, el cual fue obtenido de la norma estadounidense ASCE7 y a criterio de los autores es un valor conservador puesto que la estabilidad global de la estructura depende de la formación de rotulas plásticas en la base de las columnas (punto más esforzado). por tal motivo, emplear un valor de  $R$  “bajo” ayuda a mantener la columna dentro del rango elástico. Dicho valor fue empleado en la situación en que la rigidez lateral de la estructura es únicamente brindada por columnas.

Al respecto, los investigadores Callo y Zapata (2019) mencionaron que los requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad impuestos por la norma E.030 garantizan buena estabilidad de la estructura sin defectos o incidentes durante la vida útil de la misma. Por otro lado, el valor de  $R$  asociado a la carga sísmica usada fue 3.00.

Según el punto de vista de Robles (2017) que en su investigación menciona que cuando las deformaciones no son significativas y/o críticas, es decir, están por debajo de lo indicado en la norma vigente se valida que la estructura presenta un comportamiento adecuado. Por otra parte, el valor  $R$  asociado a la carga sísmica aplicada fue 6.00.

En contraste, Vargas (2017) que en su investigación emplea valores de  $R = 7.00$  y  $R = 8.00$  para el cálculo de las fuerzas sísmicas en la dirección  $X$  e  $Y$  respectivamente, que tomo de la norma peruana E.030.

Compartiendo la idea anterior, Guerrero (2018) calcula la fuerza sísmica de una estructura de acero sin arriostres empleando un valor de R igual a 8.00 que obtuvo de la norma NEC-SE-DS2015.

## **Discusión 2:**

Después de observar que la estructura inicial no cumplía los requisitos mínimos de rigidez estipulados en la norma E0.30, se optó por aumentar la rigidez lateral de la estructura mediante las técnicas que se describirán a continuación: En primer lugar y después de observar que ciertas armaduras de techo presentaban deformaciones excesivas por falta de arriostres laterales en la cuerda superior en compresión y ante la carencia de contravientos horizontales, se buscó en primera instancia corregir la excesiva esbeltez de la cuerda superior, ello se logró agregando vigas de compresión entre las cuerdas de las armaduras de techo, seguido se planteó distribuir varillas de fierro liso entre las armaduras de techo con el fin de lograr una similitud al comportamiento de diafragma, ello se logró mediante un proceso iterativo en el que se buscó la forma y ubicación idónea en la que tales elementos transmitan únicamente fuerzas de tensión. Una vez se logró un comportamiento cercano al de un diafragma, es decir, una distribución de fuerzas laterales similares entre los elementos verticales, se aumentó la sección transversal de las columnas, las cuales debido a su distribución y geometría se oponen a la deformación lateral mediante esfuerzos de flexión. Finalmente, se complementó la rigidez ante cargas laterales mediante la incorporación de contravientos verticales, los cuales influyeron satisfactoriamente puesto que los mismos se oponen a la deformación lateral de la estructura mediante esfuerzos de tracción axial. En definitiva, posterior al reforzado de la estructura se cumplió los lineamientos exigidos por la norma E.030, por nombrar algunos: desplazamientos laterales, distorsiones, porcentaje de masa participativa y escalamiento de cargas sísmicas

Al respecto, Cabello (2016) que en su investigación emplea cortavientos horizontales, los cuales presentan únicamente esfuerzos de tracción axial con el fin de rigidizar la estructura y evitar la flexibilidad de la cubierta.

También, Robles (2017) concuerda con lo expresado líneas antes y que en su investigación menciona que una estructura es suficientemente rígida si esta dispone de una correcta distribución de elementos estructurales. Además, alude que la adición de soporte lateral de las bridas superior e inferior de las armaduras ayudan a evitar posibles fallas en estos elementos.

Así mismo, Vargas (2017) menciona que una solución para incrementar la rigidez lateral de pórticos metálicos es la implementación de arriostres en X.

Según el punto de vista de Mendoza (2018) que en su investigación aprovecha el empleo de arriostres horizontal y vertical maximizando su eficiencia, ubicando las varillas lisas en tramos intercalados de tal forma que asegura la estabilidad en ambas direcciones.

Por otro lado, Guerrero (2020) concluye que para este tipo de estructuras una metodología aplicable para rigidizar y reducir irregularidades es la modificación local de los elementos, lo cual dependerá de las deficiencias encontradas. También menciona que la utilización de riostras de forma concéntrica presenta ciertas consideraciones que deberán analizarse debido al incremento sustancial de la rigidez lateral y posibles sobreesfuerzos en los elementos a los cuales se transmite la carga axial.

### **Discusión 3:**

Con respecto al diseño estructural de los elementos que conforman la nave industrial, esta se realizó acorde con los lineamientos exigidos por la norma peruana E.090, específicamente se verificó la resistencia de los elementos según la filosofía LRFD, la cual, en primera instancia amplifica o mayor a las cargas aplicadas con un factor usualmente mayor a la unidad que depende del tipo de acción (permanente, variable, etc.) que deberá ser menor que la resistencia efectiva que se obtiene del producto de la resistencia de cálculo y un factor de reducción usualmente menor a la unidad que depende del tipo de esfuerzo al que está sometido el elemento (compresión, tracción, flexión, corte y torsión), Resumiendo:

$$\phi R_n \leq \max \sum \gamma Q_i$$

Así mismo, se verificó límites geométricos, por ejemplo, se tiene que la relación de esbeltez ( $kL/r$ ) en elementos en compresión no debe exceder 200 y en elementos en tensión no debe exceder el valor de 300 con excepción de las varillas. En Adición, tal cual indica la norma E.090, se verificó el efecto de los esfuerzos combinados (p. ej.: flexo-compresión) los cuales, acorde con la norma E.090 no excedieron el valor de 1.00.

En el caso de las armaduras y sus partes (p. ej.: diagonales y montantes) la solución para reducir la esbeltez fue incluir conectores entre los elementos en espaciamientos máximo de 1.00 m, esto redujo la esbeltez y aumento la capacidad de compresión axial. Continuando con las armaduras, cuando la brida superior o inferior se encontró bajo efectos de compresión axial, se aumentó su resistencia aumentando la sección transversal, esto se logró soldando una platina de 3.0mm.

Compartiendo lo escrito líneas antes, Cabello (2016) en su investigación menciona que para un correcto diseño se debe tener en cuenta los siguientes criterios: la longitud libre de pandeo, pandeo local, pandeo por flexión, pandeo lateral torsional, flexo-torsión, etc. Los cuales ya son tomados en cuenta por el método LRFD indicado en la norma E.090.

Por otro lado, Robles (2017) en su investigación obtuvo ratios de diseño (demanda/capacidad) mayores a la unidad, pero las deformaciones se encontraban por debajo de los límites establecidos por las normas vigentes. En consecuencia, se puede decir que un control de deformaciones no implica que un elemento no pueda estar sobre esforzado.

## VI. CONCLUSIONES

Se efectuó el análisis sísmico de la estructura inicial respetando los lineamientos expuestos en la norma peruana E.030. Para el cálculo de la fuerza sísmica se asignó un factor R igual a 1.25, el cual fue obtenido del ASCE7 y con ayuda del software de análisis estructural SAP2000 V24.0.0 se encontró que la estructura no cumple los requisitos de rigidez puesto que se aprecia que los desplazamientos laterales y distorsiones exceden los límites permisibles (0.010H para los desplazamientos laterales y 0.010 para las distorsiones) con una excedencia de hasta 260.37%.

Se planteó una propuesta de reforzamiento que incluye la corrección de la estructuración con la inclusión de arriostres o contravientos horizontales y verticales, lo cual incremento la rigidez lateral de la construcción existente, esto se evidencio en la reducción de los desplazamientos laterales obtenidos después de volver a realizar el análisis sísmico en el software SAP2000, consiguiendo en los bloques A, B y C valores al 80.49%, 77.66% y 67.21% respectivamente, respecto a los valores máximos permisibles.

Se diseñó los elementos estructurales iniciales y propios del reforzamiento empleando el método LRFD expuesto en la norma peruana E.090 y se encontró que los ratios de diseño (demanda/capacidad) de todas las columnas propuestas en los bloques A, B y C son menores a la unidad con valores de 0.89, 0.89 y 0.87 respectivamente. Así mismo, los tijerales existentes luego del reforzamiento también presentaron ratios de diseño menores al permisible con valores máximos de hasta 0.80. Por otro lado, luego de reforzar las viguetas existentes, se demostró que se logró reducir su ratio de diseño hasta 0.95 el cual es un valor aceptado por la norma vigente. Finalmente, ningún elemento de la estructura reforzada excedió los límites permisibles de esbeltez, encontrando que la columna CR – 05 presenta una relación igual a 106, el cual es menor al límite de 200 según la norma E.090.

Se determinó que la estructura inicial excedía los límites permisibles indicados en la norma E.030 y ante ello la propuesta de mejora que contó con la inclusión de riostras y perfiles de refuerzo mejoró significativamente la respuesta sísmica de la estructura, ello se observa en la reducción de desplazamientos laterales y derivas.

## VII. RECOMENDACIONES

Cuando se propone realizar un análisis sísmico de una estructura existente, se recomienda realizar al menos una visita de campo e inspección visual, con el fin de tener las dimensiones, alturas y secciones transversales de los elementos involucrados. Además de contar con un estudio de suelos, ya que estos valores son necesarios para introducir los datos necesarios a cualquier software de análisis estructural y así tener una respuesta más aproximada a la realidad. Adicionalmente, cuando se trate de una estructura existente tipo nave industrial en la que los tijerales de techo se encuentran simplemente apoyados en columnas en voladizo, se sugiere emplear valores bajos del factor de reducción de fuerzas sísmicas  $R$ , puesto que el mecanismo de falla de las estructuras tipo nave industrial en la que las armaduras de techo se apoyan directamente sobre columnas es la generación de rotulas plásticas en el punto más esforzado que está ubicado en la base

Con el fin de evitar indeseables fallas prematuras en estructuras similares, se recomienda tener los conceptos claros de las posibles modos de falla de los elementos estructurales, entre ellos; estabilidad, pandeo lateral torsional, torsión, etc. Además de realizar una correcta estructuración que distribuya los esfuerzos de la forma más óptima posible.

Para el diseño de los elementos estructurales se recomienda en primer lugar aprender la teoría básica de análisis estructural y el comportamiento del acero estructural y de sus conexiones. Adicionalmente, el autor recomienda leer los reglamentos vigentes relacionados al tema y los manuales que vienen con cada software de cálculo, con el fin de aplicar los criterios correctos al realizar el modelado, así como también de tener la capacidad de interpretar correctamente los resultados.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F.** (2017). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Lima: San Marcos. ISBN: 9786123154103.
- Ádány, S.** (2018). *Constrained shell Finite Element Method for thin-walled members, Part 1: constraints for a single band of finite elements*. *Thin-Walled Structures*, 128, 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.01.015>
- Ádány, S., Visy, D., y Nagy, R.** (2018). *Constrained shell Finite Element Method, Part 2: application to linear buckling analysis of thin-walled members*. *Thin-Walled Structures*, 128, 56-70. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.01.022>
- Aghayere, A. O., y Vigil, J.** (2020). *Structural steel design*. Mercury Learning and Information. ISBN: 9781683923671.
- Borja, M.** (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo: sn.
- Cai, Q., Feng, R., y Zhang, Z.** (2022,). *Topology optimization of trusses incorporating practical local buckling stability considerations*. In *Structures* (Vol. 41, pp. 1710-1718). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.05.109>
- Chan, S. L., Liu, Y. P., y Liu, S. W.** (2017). *A new codified design theory of second-order direct analysis for steel and composite structures—From research to practice*. In *Structures* (Vol. 9, pp. 105-111). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2016.10.002>
- Darwin, D., Dolan, C. W., y Nilson, A. H.** (2015). *Design of concrete structures* (15th. Edition). New York: McGraw-Hill Education. ISBN: 9780073397948.
- Elsanadedy, H., Sezen, H., Abbas, H., Almusallam, T., y Al-Salloum, Y.** (2022). *Progressive collapse risk of steel framed building considering column buckling*. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 101193. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101193>
- Falborski, T., Hassan, A. S., y Kanvinde, A. M.** (2020). *Column base fixity in steel moment frames: Observations from instrumented buildings*. *Journal of*

Constructional Steel Research, 168, 105993.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.105993>

**Harmsen, T. E.** (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo editorial PUCP. ISBN: 9786123174071.

**Heidarian Radbakhsh, S., y Bargi, K.** (2022). *Seismic Enhancement of Pile-Supported Wharf Using Tension-Only Cables*. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 27(3), 04022034.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000713](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000713)

**Hibbeler, R. C.** (2017). *Mecánica de materiales*. Pearson Educación de México. ISBN: 9786073240994.

**Instituto de la Construcción y Gerencia.** (2019). *Norma E.020 Cargas*. Lima: Fondo Editorial ICG. ISBN: 9786124280436.

**Instituto de la Construcción y Gerencia.** (2019). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Fondo Editorial ICG. ISBN: 9786124280436.

**Instituto de la Construcción y Gerencia.** (2019). *Norma E.90 Estructuras Metálicas*. Lima: Fondo Editorial ICG. ISBN: 9786124280436.

**Koo, K. Y., Sung, S. H., Park, J. W., y Jung, H. J.** (2010). *Damage detection of shear buildings using deflections obtained by modal flexibility*. Smart materials and structures, 19(11), 115026. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/19/11/115026>

**Kor, E., y Ozelik, Y.** (2022). *Seismic performance assessment of concentrically braced steel frames designed to the Turkish Building Earthquake Code 2018*. In Structures (Vol. 40, pp. 759-770). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.04.033>

**Kozak, D. L., y Liel, A. B.** (2015). *Reliability of steel roof structures under snow loads*. Structural Safety, 54, 46-56.  
<https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2015.02.004>

**Li, B., Cheng, C., Song, Z., Cao, X., y Kong, Z.** (2022). *Local buckling behaviour of high strength steel welded box-section columns under axial compression*.

Thin-Walled Structures, 171, 108677.  
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108677>

- Llanes-Tizoc, M. D., Reyes-Salazar, A., Ruiz, S. E., Valenzuela-Beltrán, F., Bojorquez, E., y Chávez, R.** (2020). *Reliability analysis of steel buildings considering the flexibility of the connections of the GFs*. In Structures (Vol. 27, pp. 2170-2181). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.08.014>
- McCormac, J.** (2012). *Diseño de estructuras de acero*. (Quinta Edición) México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor. ISBN: 9786077075592
- Naji, A., y Khodaverdi Zadeh, M.** (2019). *Progressive collapse analysis of steel braced frames*. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 24(2), 04019004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000414](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000414)
- Narayan, y Pathak, K. K.** (2022). *Numerical Analysis of Multilevel Eccentric Chevron Braced Frame for Improved Inelastic Behavior*. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 27(1), 04021066. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000647](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000647)
- Paghaleh, F. J., Hadianfard, M. A., y Saffari, H.** (2022). *Seismic behavior of through beam connection to steel box-column*. Journal of Constructional Steel Research, 193, 107261. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2022.107261>
- Radwan, M., y Kövesdi, B.** (2021). *Local plate buckling type imperfections for NSS and HSS welded box-section columns*. In Structures (Vol. 34, pp. 2628-2643). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.09.011>
- Sánchez, H., Reyes, C., y Mejía, K.** (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Universidad Ricardo Palma. [Archivo PDF] <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/>
- Sandrsekaran, S., y Modak, N.** (2022). *Compression Performance of Square Steel Tubular Members Externally Enfolded with Carbon Fiber-Reinforced Polymer Sheet*. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 27(2), 04021080. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000664](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000664)

- Schillo, N., y Feldmann, M.** (2018). *Interaction of local and global buckling of box sections made of high strength steel*. *Thin-Walled Structures*, 128, 126-140.  
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.07.009>
- Sediek, O. A., Wu, T. Y., McCormick, J., y El-Tawil, S.** (2022). *Prediction of Seismic collapse behavior of deep steel columns using Machine learning*. In *Structures* (Vol. 40, pp. 163-175). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.04.021>
- Segui, W. T.** (2018). *Steel design*. (6th. Edition). Boston: Cengage. ISBN: 9781337094740.
- Seniwongse, M.** (2021). *Specifying Fixed-Base Columns or Pinned-Base Columns in Computer Analysis and Design of Steel Frames*. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 26(1), 04020059.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000541](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000541)
- Shen, J., Akbas, B., Seker, O., y Faytarouni, M.** (2021). *Design of Steel Structures*. McGraw Hill. ISBN: 9781260452334
- Sun, W., Ju, G., Ju, L., y Pan, J.** (2020). *Optimization of a cantilever steel frame structure of bottom platform by finite element method*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 772, No. 1, p. 012097). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/772/1/012097>
- Tsavdaridis, K. D., Shaheen, M. A., Baniotopoulos, C., y Salem, E.** (2016). *Analytical approach of anchor rod stiffness and steel base plate calculation under tension*. In *Structures* (Vol. 5, pp. 207-218). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2015.11.001>
- Torroja Miret, E.** (2010). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. ISBN: 9788400086121.
- Vinnakota, S.** (2006). *Estructuras de acero: comportamiento y LRFD*. (R. A. Del Bosque Alayón, Ed., I. Sánchez, J. Espinosa, y E. Pineda, Trads.) Mexico: McGraw-Hill. ISBN: 9701056396

- Wahyuni, Zein y Muchlis** (2020). *Steel column planning using the American Institute of Steel Construction (AISC) 2010 method*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 821, No. 1, p. 012014). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/821/1/012014>
- Winkler, R., Kindmann, R., y Knobloch, M.** (2017). *Lateral torsional buckling behaviour of steel beams—on the influence of the structural system*. In Structures (Vol. 11, pp. 178-188). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2017.05.007>
- Xi, K., y Li, X.** (2020). *Reliability analysis of box-shaped steel column subjected to blast loading*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1676, No. 1, p. 012117). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1676/1/012117>
- Xiong, G., Feng, Y., Peng, Q., Kang, S. B., Zhang, Y., y Fan, Y. L.** (2021). *Lateral-torsional buckling behaviour of 690 MPa high strength steel beams*. In Structures (Vol. 33, pp. 3999-4010). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.06.085>
- You, Y. C., y Lee, D.** (2020). *Development of improved exposed column-base plate strong-axis joints of low-rise steel buildings*. Journal of Constructional Steel Research, 169, 106062. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106062>
- Zhang, J., Li, P. J., y Wu, Z. S.** (2013). *A new flexibility-based damage index for structural damage detection*. Smart materials and structures, 22(2), 025037. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/22/2/025037>

## ANEXOS

### ANEXO 1: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD (AUTOR)



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

#### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ANDIA LOPEZ TOM MAVERICK, VALVERDE RIVAS HERBER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
HERBER VALVERDE RIVAS DNI: 45341243 ORCID 0000-0001-7659-4712	Firmado digitalmente por: HVALVERDER el 06-08-2022 19:46:47
TOM MAVERICK ANDIA LOPEZ DNI: 76972016 ORCID 0000-0002-2240-8686	Firmado digitalmente por: TOANDIAL el 06-08-2022 19:41:55

Código documento Trilce: TRI - 0395760

## ANEXO 2: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD (ASESOR)



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022", cuyos autores son ANDIA LOPEZ TOM MAVERICK, VALVERDE RIVAS HERBER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID 0000-0002-6559-0334	Firmado digitalmente por: SAAREVALOV el 06-08- 2022 11:49:48

Código documento Trilce: TRI - 0395763



### ANEXO 3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente Reforzamiento estructural	Mejorar la capacidad estructural en términos de resistencia, rigidez y ductilidad por encima de los niveles originales de elementos dañados o no. (AISC, 2003)	Es el valor de la resistencia (expresado en unidades de fuerza o momento) de un elemento de la estructura evaluado antes y después de un proceso de reforzamiento.	Aumentar sección transversal de los elementos	Demanda / Capacidad	De razón
			Adicionar elementos de refuerzo	Demanda / Capacidad	De razón
			Incorporar riostras	Rigidez lateral	De razón
Variable dependiente: Comportamiento sismorresistente	El análisis Sismorresistente es la evolución que determina el comportamiento de la estructura durante un movimiento sísmico. (Blanco, 2012)	Es el valor de las deformaciones (Derivas y desplazamientos expresados en unidades de medida), después de aplicar un análisis sísmico estático.	Rigidez	Desplazamientos laterales	De razón
				Distorsiones	De razón

**Fuente:** Elaboración propia



1. GENERALIDADES

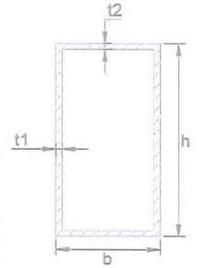
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUARACHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	ACCUD	111-006-13	
FLEXOMETRO	TRUPER	5M/16"	
DISTANCIOMETRO	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL			



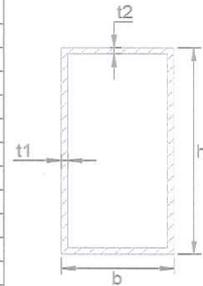
UBICACIÓN DE COLUMNA		DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?
SECTOR	EJES		H	B	t1	t2	H	B	t1	t2	
BLOQUE 02	A-03	CM-03	150	150	6	6	151,3	150,8	6	6	Si
BLOQUE 02	C-03	CM-01	250	250	6	6	249,2	250,3	6	6	Si
BLOQUE 02	E-03	CM-01	250	250	6	6	249,3	250,6	6	6	Si
BLOQUE 02	G-03	CM-02	200	200	6	6	201,2	200,8	6	6	Si
BLOQUE 02	A-04	CM-03	150	150	6	6	150,8	151,2	6	6	Si
BLOQUE 02	C-04	CM-01	250	250	6	6	249,2	250,8	6	6	Si
BLOQUE 02	E-04	CM-01	250	250	6	6	249,3	249,5	6	6	Si
BLOQUE 02	G-04	CM-01	250	250	6	6	250,3	250,6	6	6	Si
BLOQUE 02	A-05	CM-03	150	150	6	6	149,5	150,1	6	6	Si
BLOQUE 02	C-05	CM-01	250	250	6	6	249,5	250,3	6	6	Si
BLOQUE 02	E-05	CM-01	250	250	6	6	249,7	250,2	6	6	Si
BLOQUE 02	G-05	CM-01	250	250	6	6	249,6	249,3	6	6	Si
BLOQUE 02	A-06	CM-03	150	150	6	6	150,6	150,3	6	6	Si
BLOQUE 02	C-06	CM-01	250	250	6	6	250,2	249,8	6	6	Si
BLOQUE 02	E-06	CM-01	250	250	6	6	249,8	250,3	6	6	Si
BLOQUE 02	G-06	CM-01	250	250	6	6	250,4	250,1	6	6	Si
BLOQUE 02	A-07	CM-03	150	150	6	6	150,7	150,4	6	6	Si
BLOQUE 02	C-07	CM-01	250	250	6	6	250,7	249,8	6	6	Si
BLOQUE 02	E-07	CM-01	250	250	6	6	250,4	249,7	6	6	Si
BLOQUE 02	G-07	CM-01	250	250	6	6	250,2	249,5	6	6	Si
BLOQUE 02	A-08	CM-03	150	150	6	6	149,3	150,1	6	6	Si
BLOQUE 02	C-08	CM-01	250	250	6	6	251,1	250,3	6	6	Si
BLOQUE 02	E-08	CM-01	250	250	6	6	250,2	250,2	6	6	Si
BLOQUE 02	G-08	CM-01	250	250	6	6	249,7	250,4	6	6	Si
BLOQUE 02	C-09	CM-03	150	150	6	6	150,7	150,3	6	6	Si
BLOQUE 02	E-09	CM-01	250	250	6	6	250,8	249,8	6	6	Si
BLOQUE 02	G-09	CM-01	250	250	6	6	250,9	250,1	6	6	Si

OBSERVACIONES:



1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

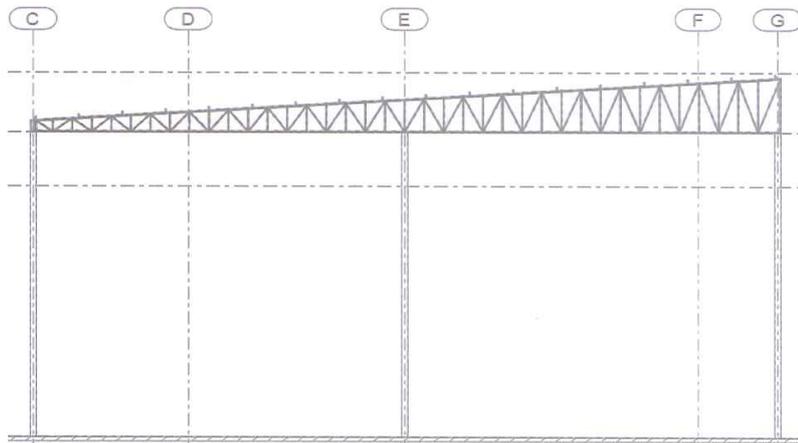
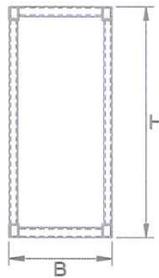
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 3 (ENTRE C Y G)

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



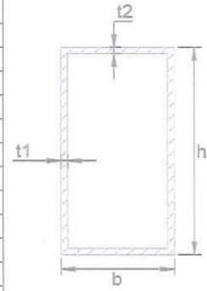
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,81m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,43m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andía Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



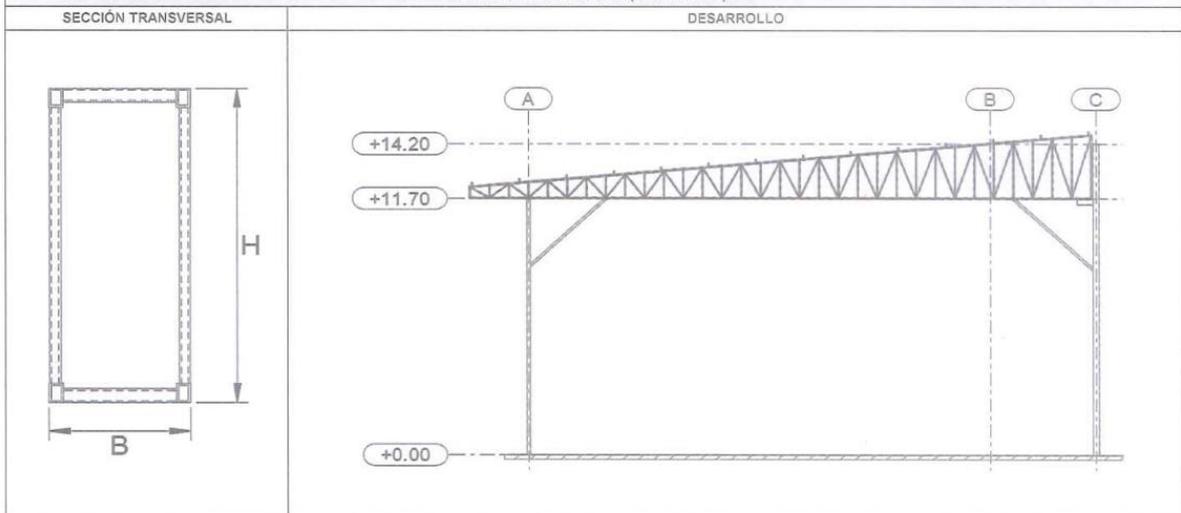
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-02 / EJE 3 (ENTRE A Y C)



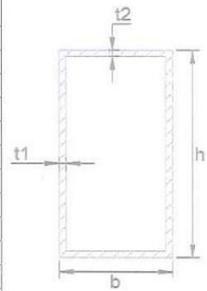
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 65m / max 25m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75m</i>
PENDIENTE	<i>1,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>23m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,34m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	<i>59,6</i>	<i>39,8</i>	3	3	si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	<i>59,9</i>	<i>40,2</i>	3	3	si	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	3	3	<i>37,8</i>	<i>38,3</i>	3	3	si	
MONTANTE INTERNA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	3	3	<i>38,2</i>	<i>37,9</i>	3	3	si	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	25	25	<i>31,55</i>	<i>31,7</i>	24,5	24,5	si	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	25	25	<i>31,7</i>	<i>31,6</i>	24,5	24,5	si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



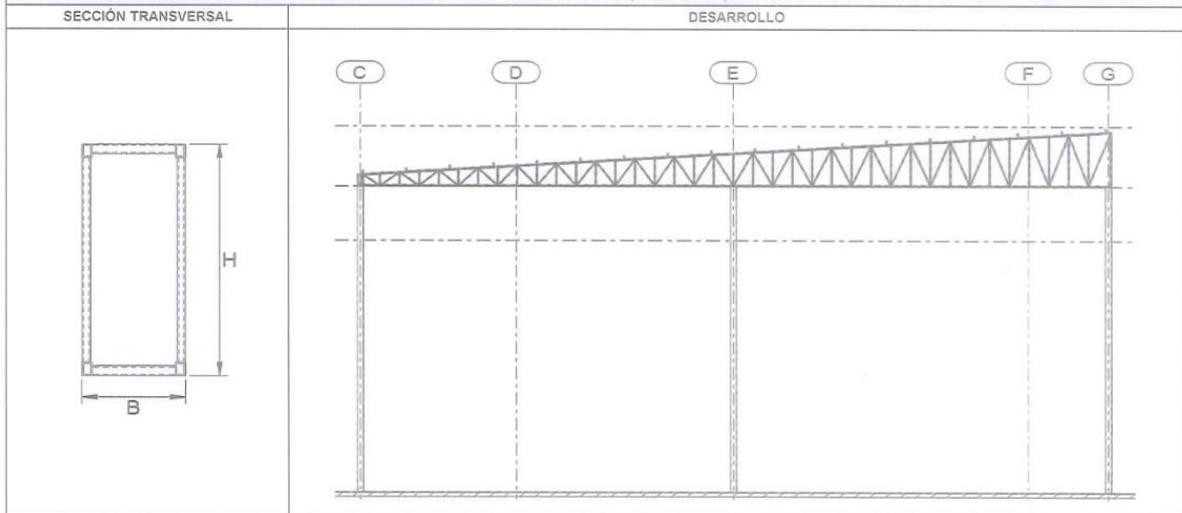
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 8 (ENTRE C Y G)



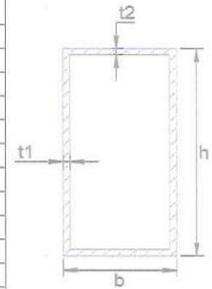
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / máx 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,6m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,87 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,43 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,5</i>	<i>39,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
BRIDA INFERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,5</i>	<i>39,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
MONTANTE EXTREMA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,8</i>	<i>37,8</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
MONTANTE INTERNA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,8</i>	<i>37,8</i>	<i>3</i>	<i>3</i>		
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,5</i>	<i>31,5</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>		
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,5</i>	<i>31,5</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>		

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andía Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

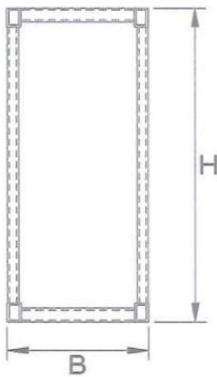
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

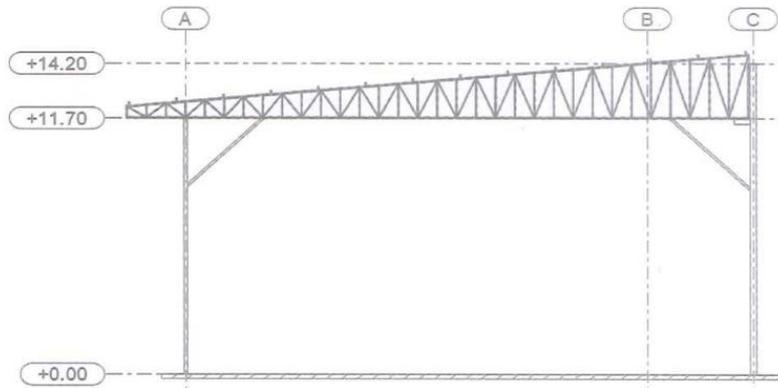
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-02 / EJE 8 (ENTRE A Y C)

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



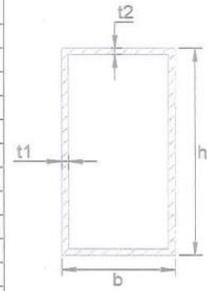
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>2,3m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,34m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	60,10	39,90	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,90	40,20	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	38,70	37,95	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	38,10	38,20	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,70	31,65	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,60	31,73	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



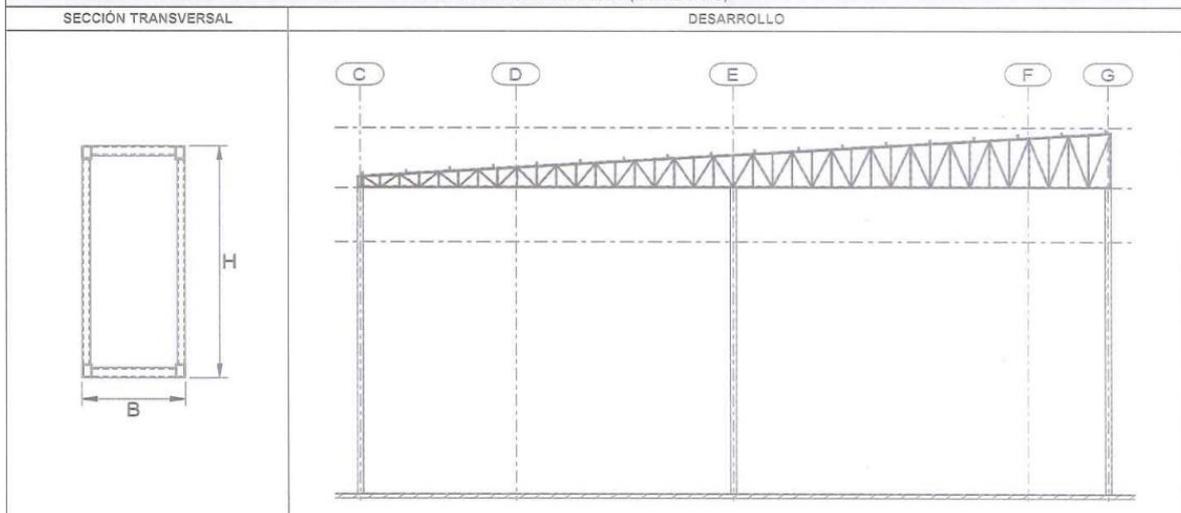
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 7 (ENTRE C Y G)



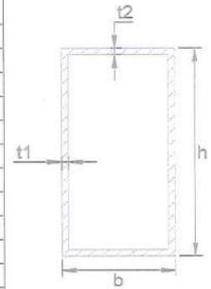
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,81m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,43m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,5</i>	<i>39,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,5</i>	<i>39,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,8</i>	<i>37,8</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,8</i>	<i>37,8</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,5</i>	<i>31,5</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,5</i>	<i>31,5</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>	<i>Si</i>	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



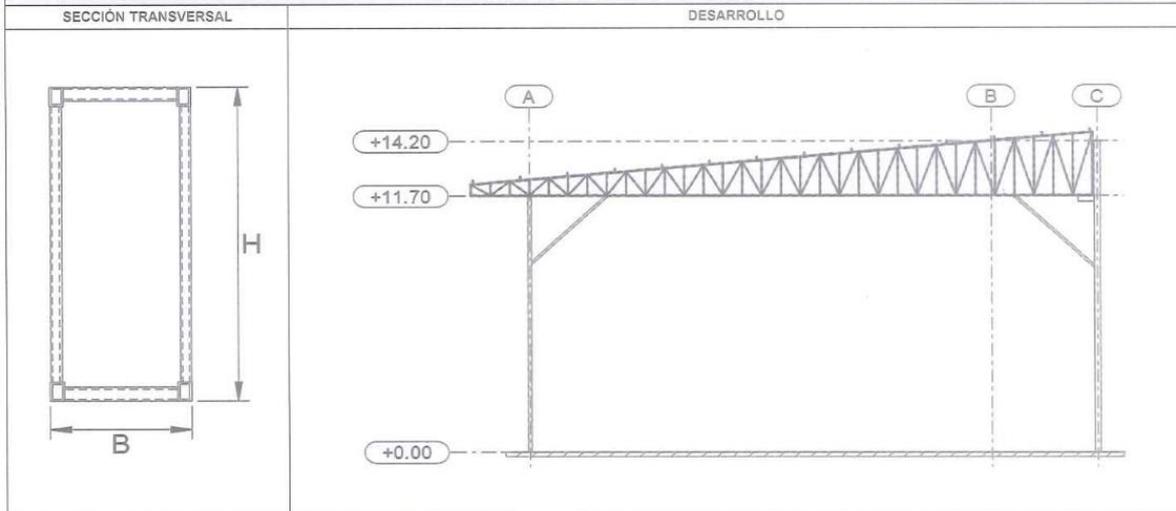
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-02 / EJE 7 (ENTRE A Y C)



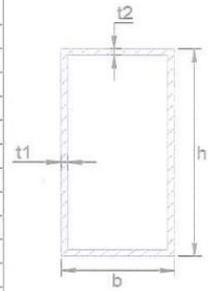
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>2,3 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,39 m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,90	39,85	3	3	SI	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	60,10	40,10	3	3	SI	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	38,20	38,15	3	3	SI	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,95	38,10	3	3	SI	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,90	31,69	2,4	2,4	SI	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,76	31,90	2,4	2,4	SI	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andía Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



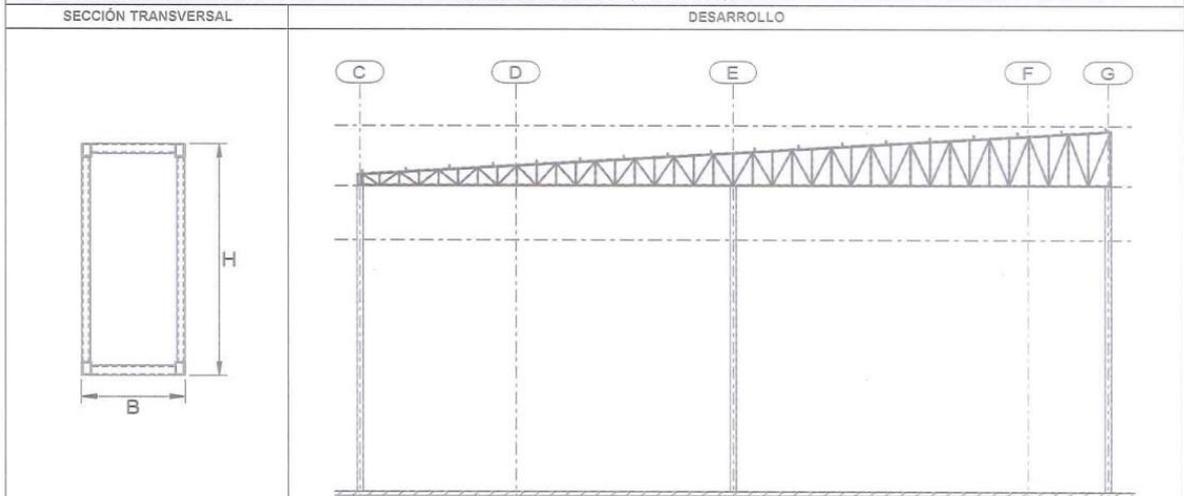
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 6 (ENTRE C Y G)



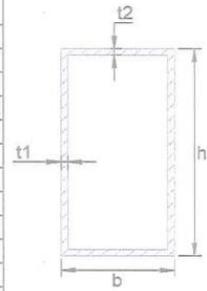
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5 m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,81 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,40m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,3	39,5	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



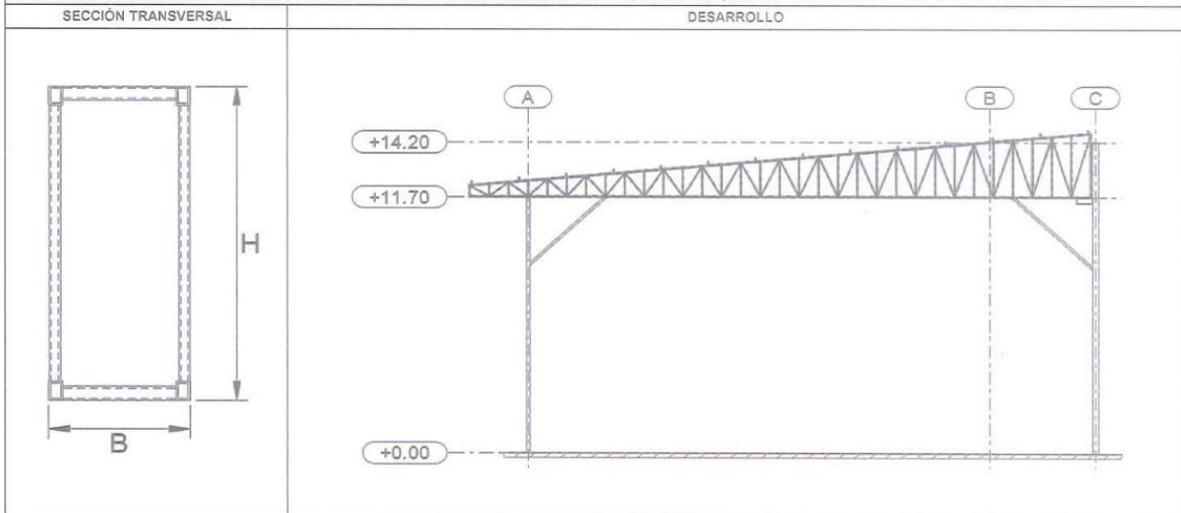
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

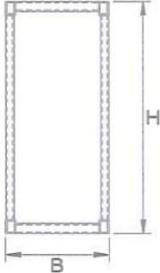
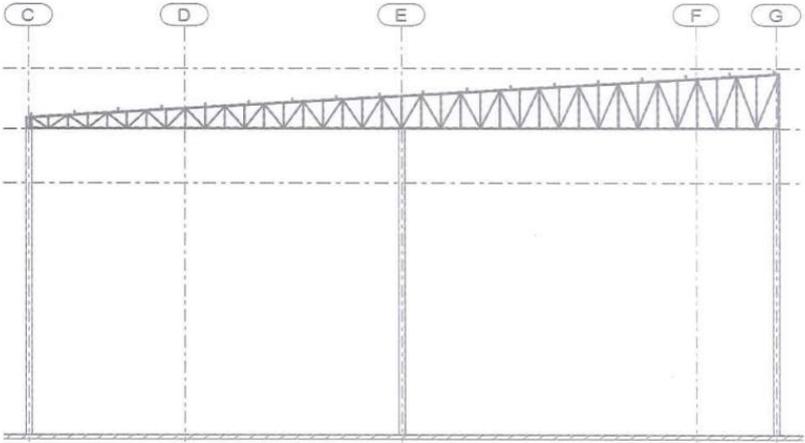
ARMADURA A-02 / EJE 6 (ENTRE A Y C)



PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5 m / max 2,5 m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5 m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>23 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,34 m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

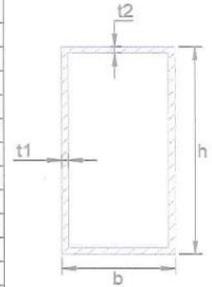
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	57,90	39,60	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	60,10	39,90	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	38,63	38,01	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,90	37,85	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,70	31,65	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,72	31,70	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

		<b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</b>			FECHA: FEB. 2022					
<b>1. GENERALIDADES</b>										
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022									
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber									
VARIABLE:	Reforzamiento estructural									
<b>2. UBICACIÓN</b>										
DISTRITO	HUAROCHIRI									
PROVINCIA	LIMA									
DEPARTAMENTO	LIMA									
<b>3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b>										
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:						
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13							
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'							
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30							
ESTACIÓN TOTAL										
<b>ARMADURA A-03 / EJE 5 (ENTRE C Y G)</b>										
SECCIÓN TRANSVERSAL			DESARROLLO							
										
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m									
BASE DE SECCIÓN (B)	0,57m									
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	0,81m									
PENDIENTE	4,50°									
DISTANCIA ENTRE APOYOS	15,43m									
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-									
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-									
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	Si	
OBSERVACIONES:										

## 1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andía Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



## 2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

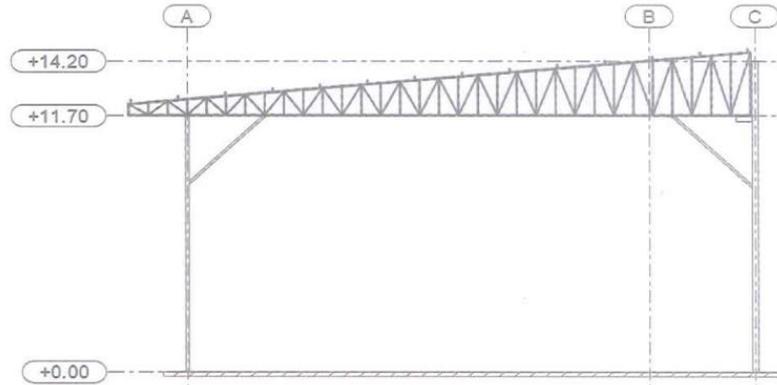
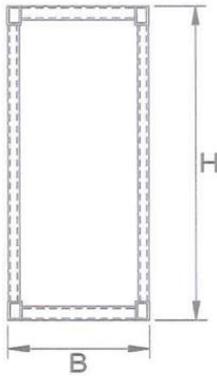
## 3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

## ARMADURA A-02 / EJE 5 (ENTRE A Y C)

## SECCIÓN TRANSVERSAL

## DESARROLLO



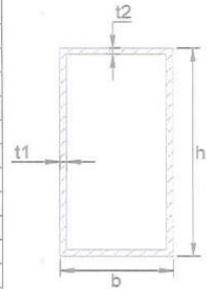
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75m</i>
PENDIENTE	<i>4,30°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>23m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,34m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,8	39,7	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,9	40,2	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	38,3	37,8	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	38,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,6	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,7	31,55	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



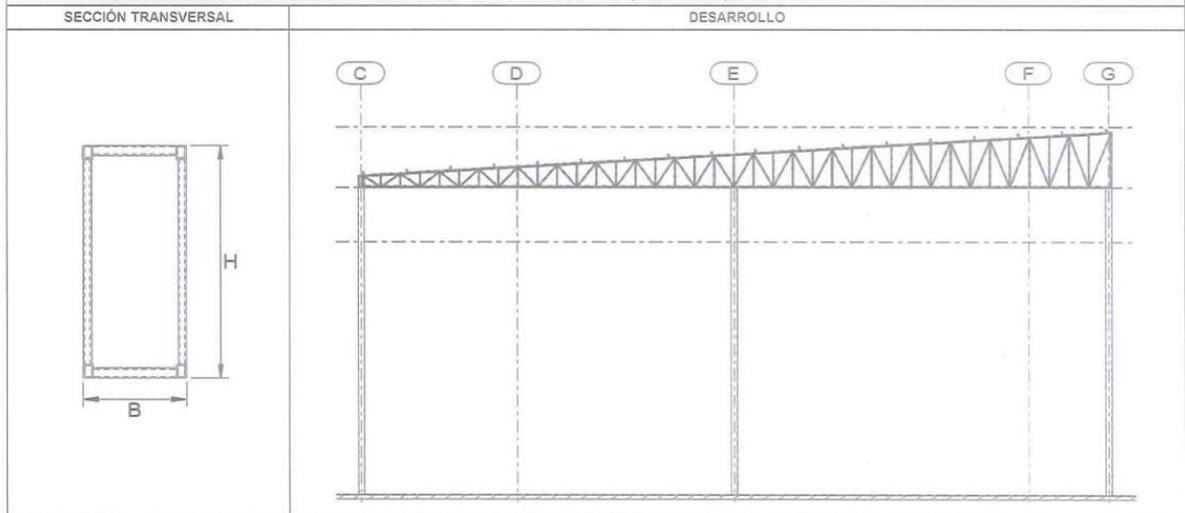
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 4 (ENTRE C Y G)



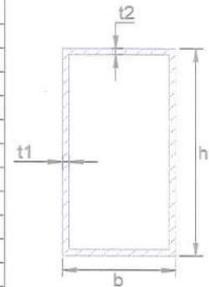
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 0,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,81 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,43 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	S)	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,5	39,5	3	3	S)	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	S)	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,8	3	3	S)	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	S)	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,5	2,45	2,45	S)	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

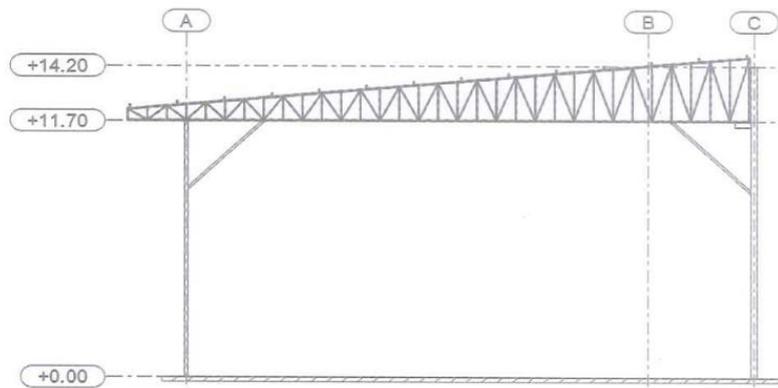
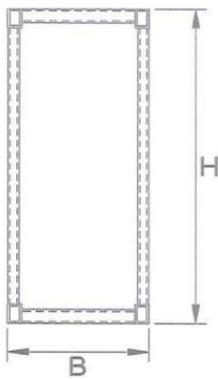
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-02 / EJE 4 (ENTRE A Y C)

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



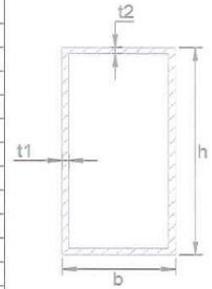
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>0,75m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>2,3m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>2,34m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,8</i>	<i>39,6</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59,7</i>	<i>39,9</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,7</i>	<i>38,7</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,8</i>	<i>38,3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,7</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,9</i>	<i>38,7</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,6</i>	<i>31,7</i>	<i>2,46</i>	<i>2,46</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31,72</i>	<i>31,77</i>	<i>2,46</i>	<i>2,46</i>	<i>Si</i>	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

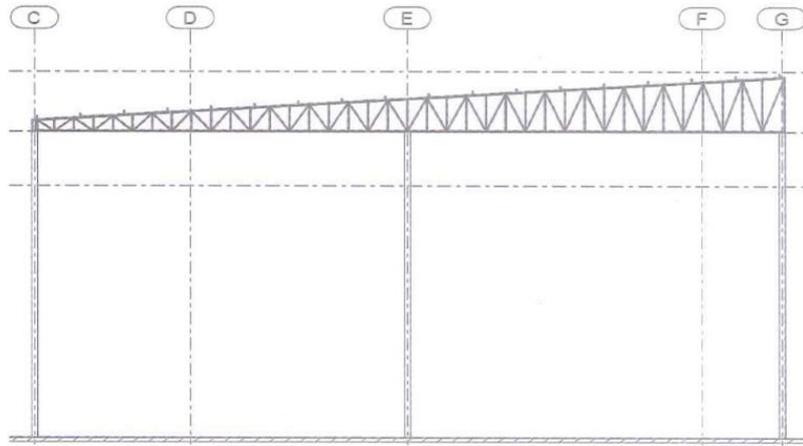
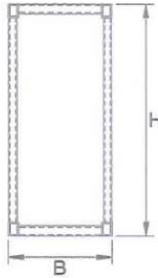
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-03 / EJE 9 (ENTRE C Y G)

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO

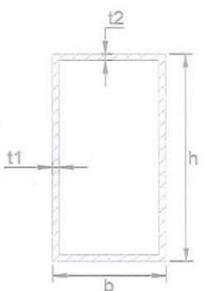


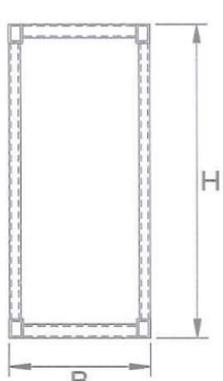
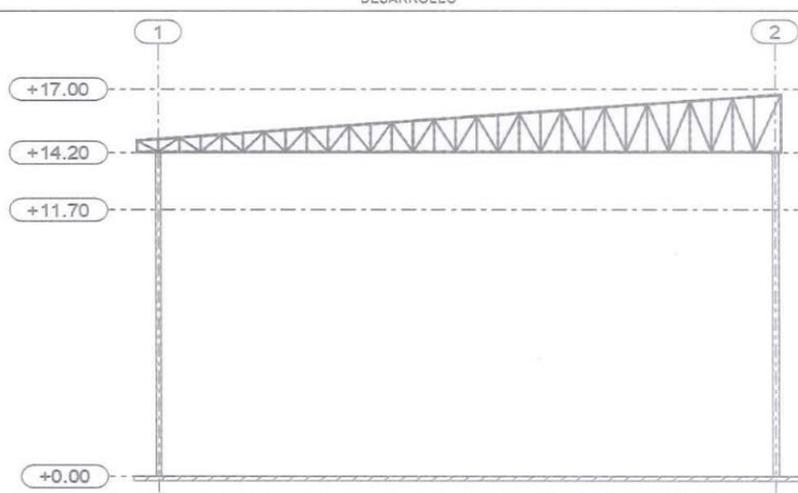
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	0,81 m
PENDIENTE	4,50°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	15,43m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,5	39,53	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59,5	39,52	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,62	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,8	37,61	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,51	2,45	2,45	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,5	31,53	2,45	2,45	Si	

OBSERVACIONES:

	FICHA DE REGISTRO DE DATOS	FECHA: FEB. 2022		
<b>1. GENERALIDADES</b>				
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022			
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber			
VARIABLE:	Reforzamiento estructural			
<b>2. UBICACIÓN</b>				
DISTRITO	HUAROCHIRI			
PROVINCIA	LIMA			
DEPARTAMENTO	LIMA			
<b>3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b>				
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				



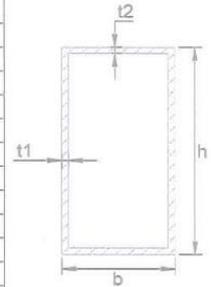
<b>ARMADURA A-01 / EJE K</b>	
<b>SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	<b>DESARROLLO</b>
	
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min) 0,5m / max) 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>8,36 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>24m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>7,66m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

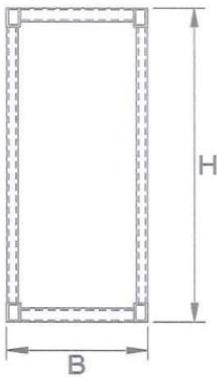
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

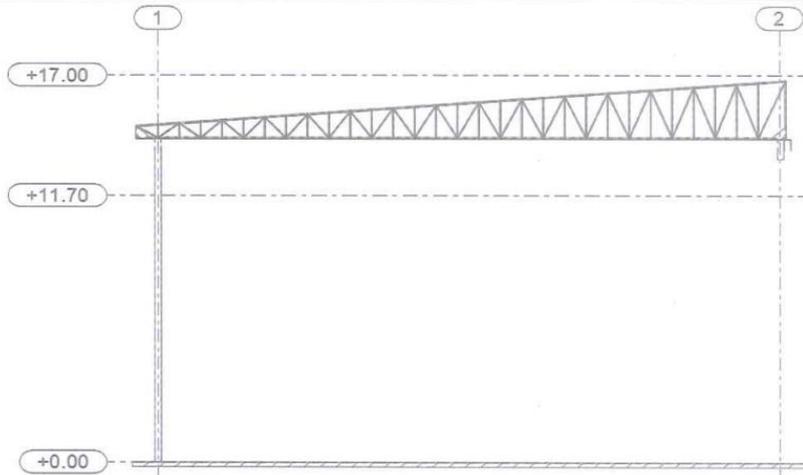
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE J'

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	2,36 cm
PENDIENTE	4,50°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	24m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	7,66m
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

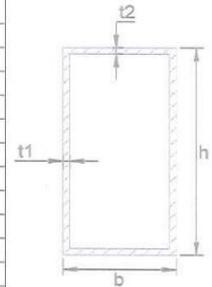
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

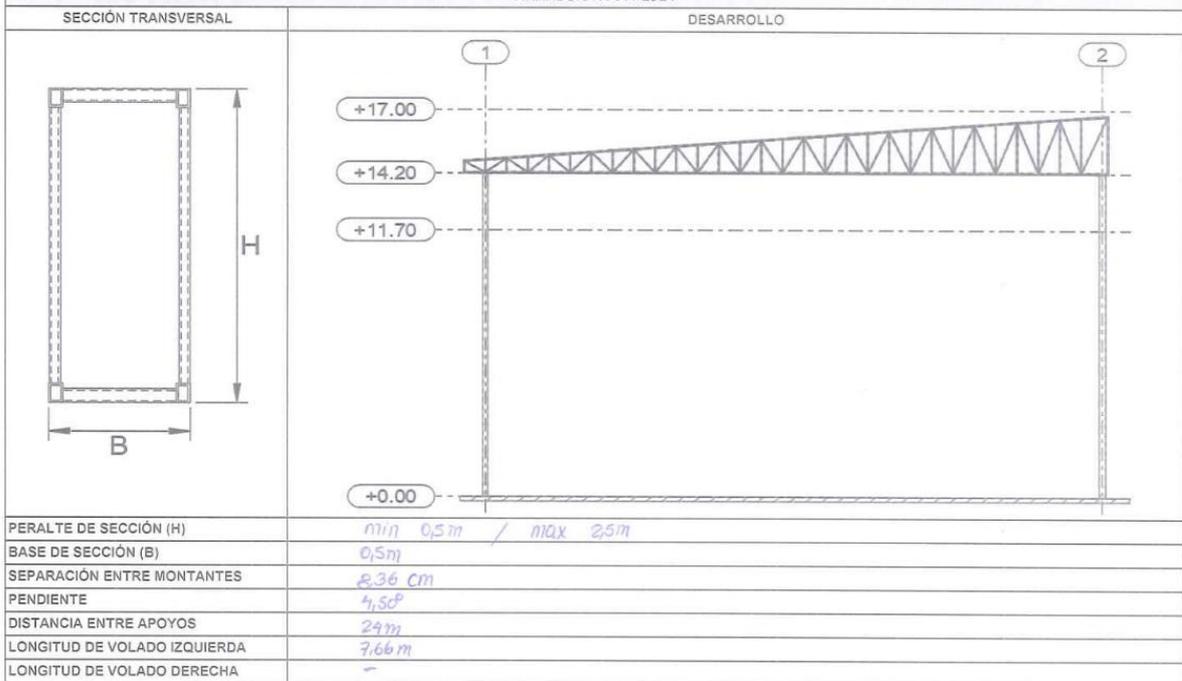
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				



ARMADURA A-01 / EJE I

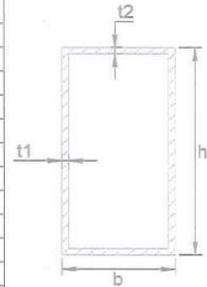


DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



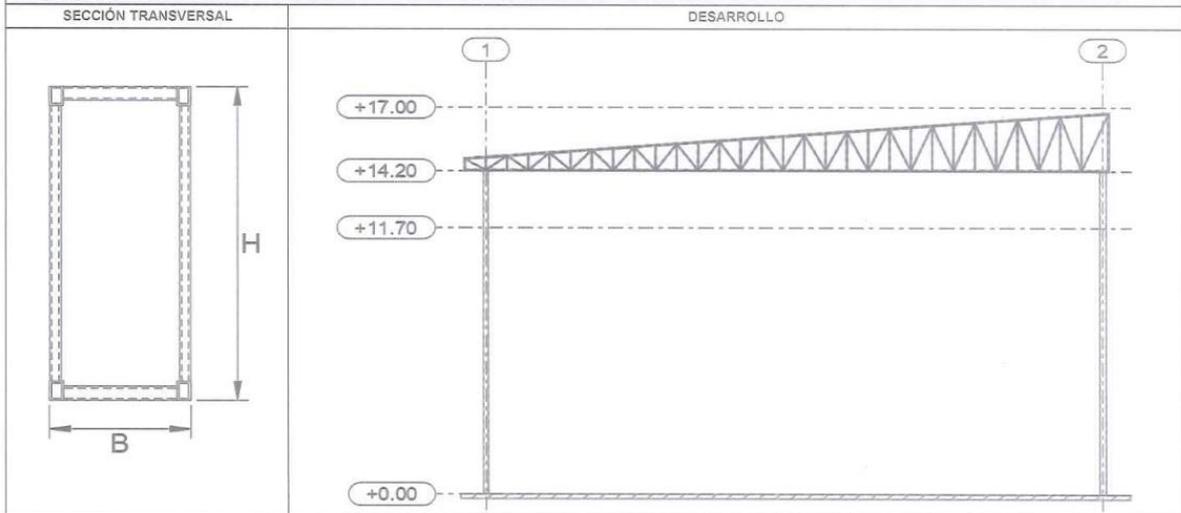
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE H



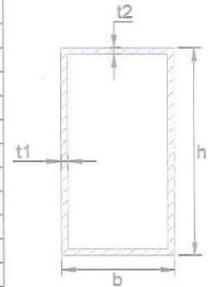
PERALTE DE SECCIÓN (H)	11111 95 m / max 2,5 m
BASE DE SECCIÓN (B)	95 m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	8,36 cm
PENDIENTE	4,30°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	24 m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	7,66 m
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

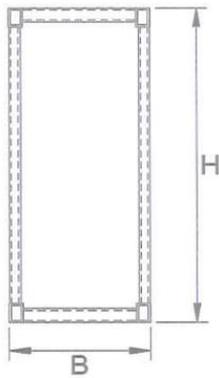
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

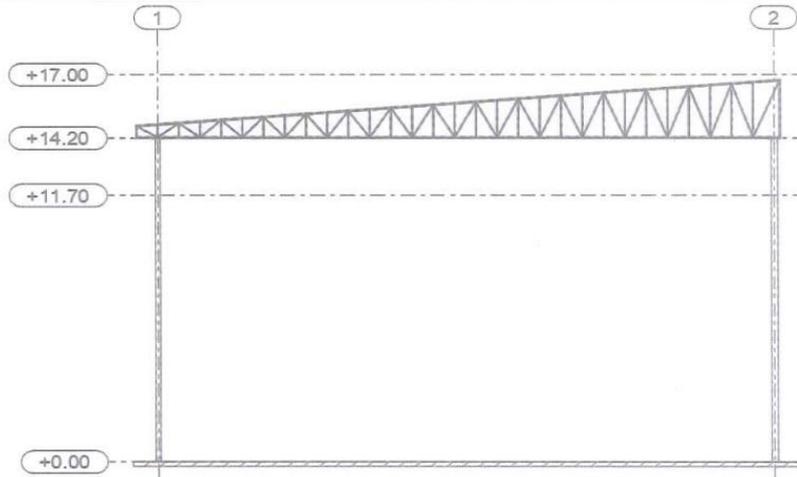
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE F

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



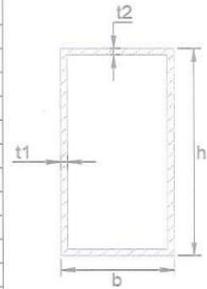
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5 m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>8,36 cm</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>24 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>7,66 m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	SI	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	SI	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	SI	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	SI	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	SI	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	SI	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

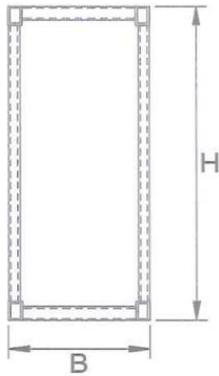
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

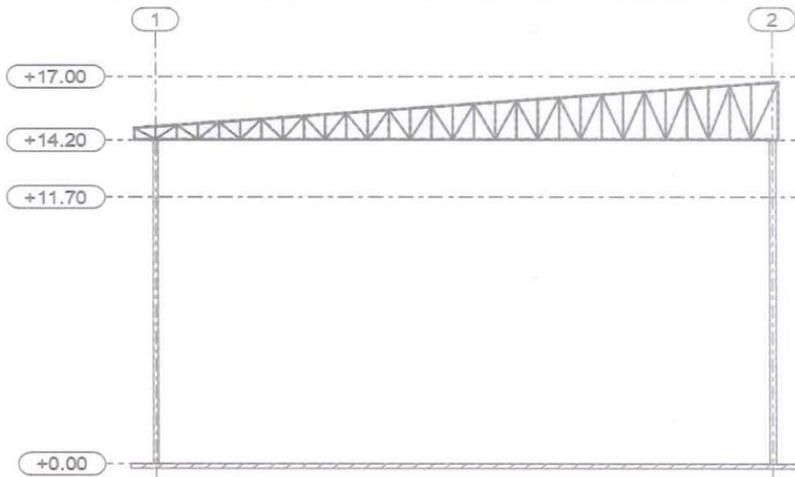
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE E'

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



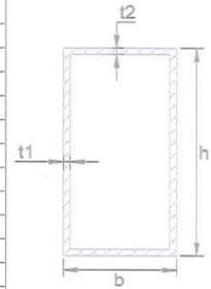
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5 m / max 2,5 m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5 m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	8,36 m
PENDIENTE	4,50°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	24 m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	7,66 m
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	381	381	3	3	375	375	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	381	381	3	3	375	375	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

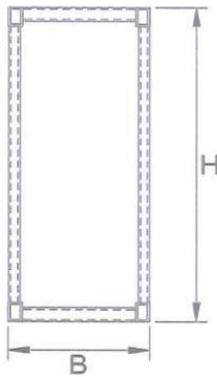
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

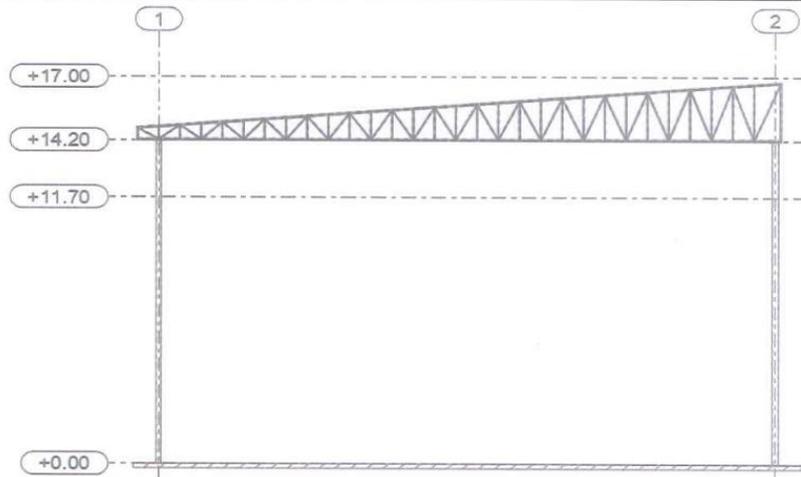
DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE D

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 9,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>8,36 m</i>
PENDIENTE	<i>4,50°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>24 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>7,66 m</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59</i>	<i>39</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>59</i>	<i>39</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,5</i>	<i>37,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,1</i>	<i>38,1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>37,5</i>	<i>37,5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>2,4</i>	<i>2,4</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>2,4</i>	<i>2,4</i>	<i>Si</i>	

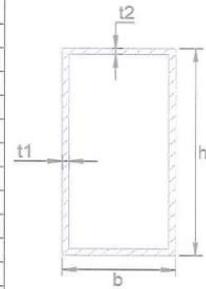
OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

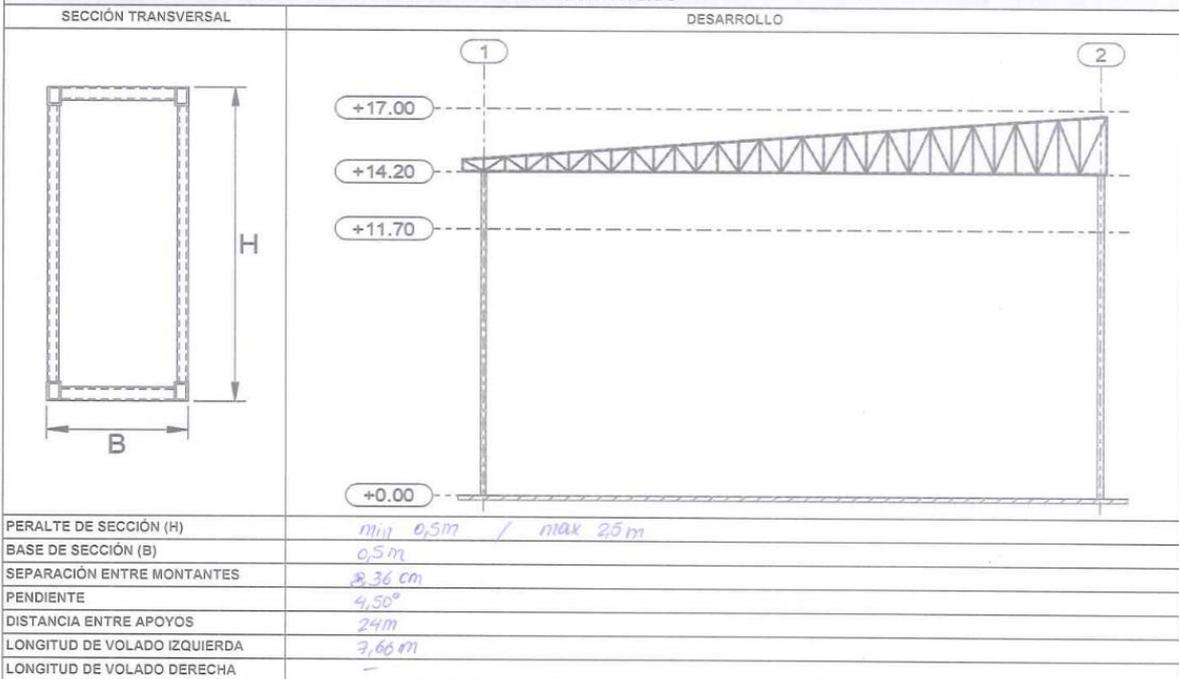
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA



3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-01 / EJE B

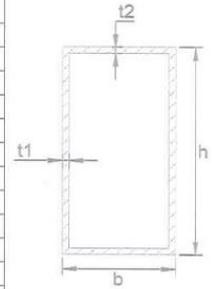


DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	59	39	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,1	3	3	37,5	37,5	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31	31	2,4	2,4	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



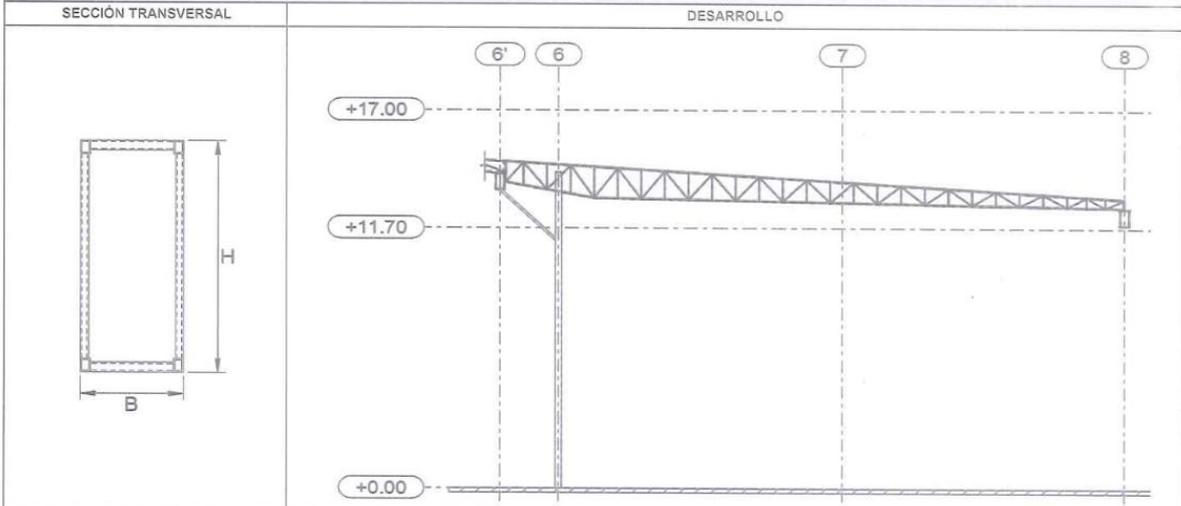
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-05 / EJE G (ENTRE 6' Y 8')



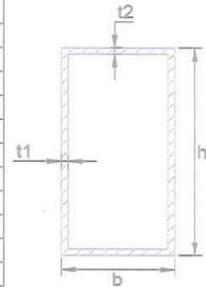
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	1,18m
PENDIENTE	3,90°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,36m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,10	40,10	3,00	3,00	Si	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,10	40,10	3,00	3,00	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,8	37,8	3,00	3,00	Si	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,9	37,9	3,00	3,00	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,70	31,75	2,45	2,45	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,65	31,70	2,45	2,45	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



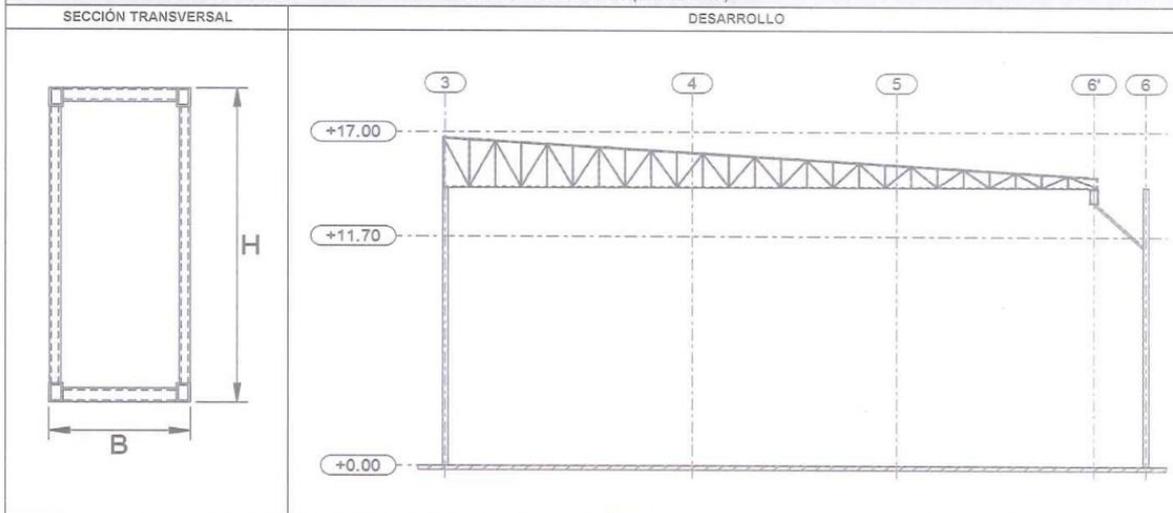
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL			

ARMADURA A-04 / EJE G (ENTRE 3 Y 6')



PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	1,18m
PENDIENTE	3,90°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,36 m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60	40	3	3	59,9	59,95	3	3	Si	
BRIDA INFERIOR	60	40	3	3	60,10	60,0	3	3	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,1	38,10	3	3	38,00	38,15	3	3	Si	
MONTANTE INTERNA	38,1	38,10	3	3	37,95	38,10	3	3	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,70	31,60	2,4	2,4	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,5	2,5	31,60	31,75	2,4	2,4	Si	

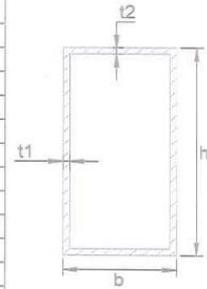
OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA



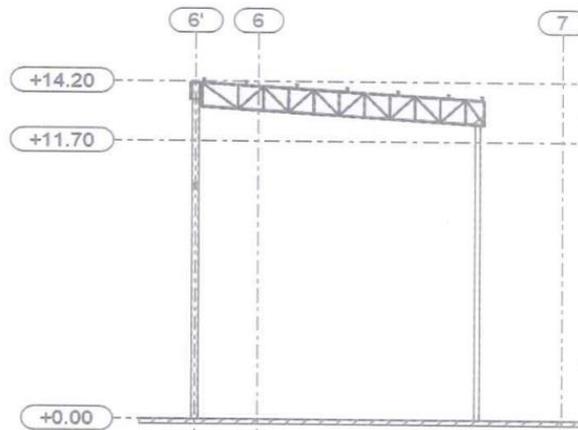
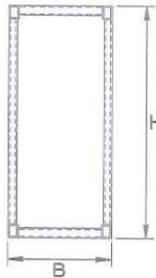
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL			

ARMADURA A-06 / EJE L (ENTRE 6' Y 7')

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



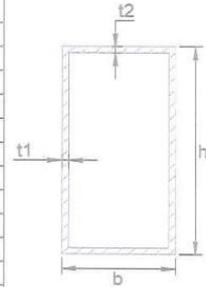
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 1m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>1,18m</i>
PENDIENTE	<i>3,89°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>10,54m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,95	39,95	3,01	3,00	SI	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,05	40,05	3,01	3,00	SI	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	38,15	3,01	3,01	SI	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,15	38,00	3,00	3,01	SI	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,75	31,80	2,45	2,46	SI	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,70	31,70	2,49	2,48	SI	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

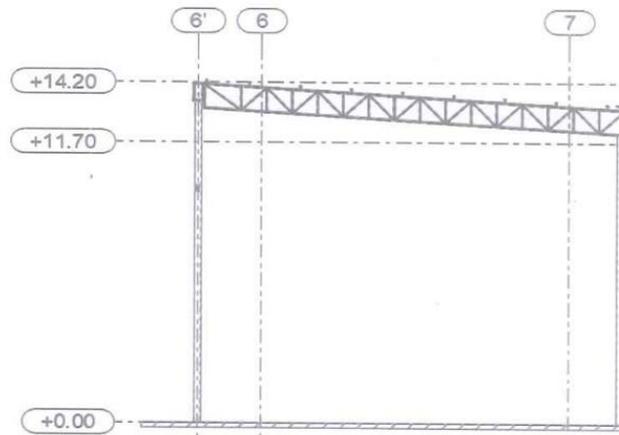
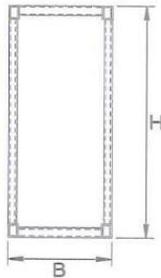
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-06 / EJE K (ENTRE 6' Y 7)

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



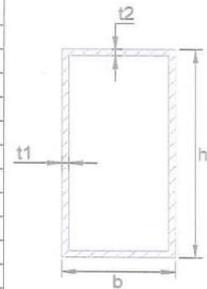
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 1</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5 m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>1,18 m</i>
PENDIENTE	<i>3,89°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>15,57</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	<i>-</i>
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	<i>-</i>

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>59,90</i>	<i>39,95</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>Si</i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>59,95</i>	<i>39,90</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,15</i>	<i>38,10</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>Si</i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,10</i>	<i>38,75</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,80</i>	<i>31,75</i>	<i>2,45</i>	<i>2,47</i>	<i>Si</i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,75</i>	<i>31,80</i>	<i>2,45</i>	<i>2,47</i>	<i>Si</i>	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

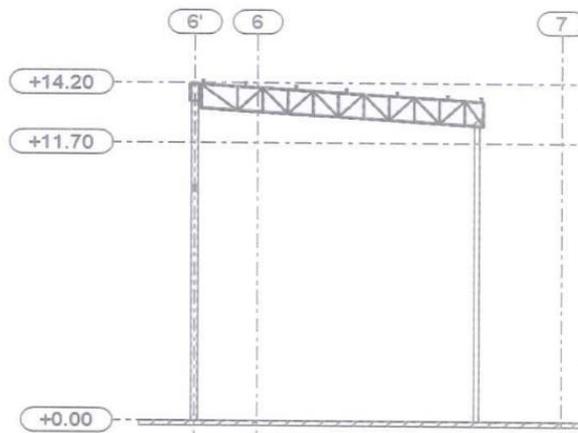
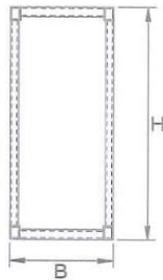
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL			

ARMADURA A-06 / EJE M (ENTRE 6' Y 7')

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 1m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>11,8 m</i>
PENDIENTE	<i>3,85°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>5,96m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>69,10</i>	<i>39,90</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>69,15</i>	<i>39,95</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,10</i>	<i>38,15</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,10</i>	<i>38,15</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,70</i>	<i>31,80</i>	<i>2,49</i>	<i>2,49</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,75</i>	<i>31,75</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,75</i>	<i>31,70</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>	<i>S<sub>i</sub></i>	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

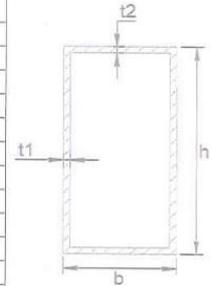
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

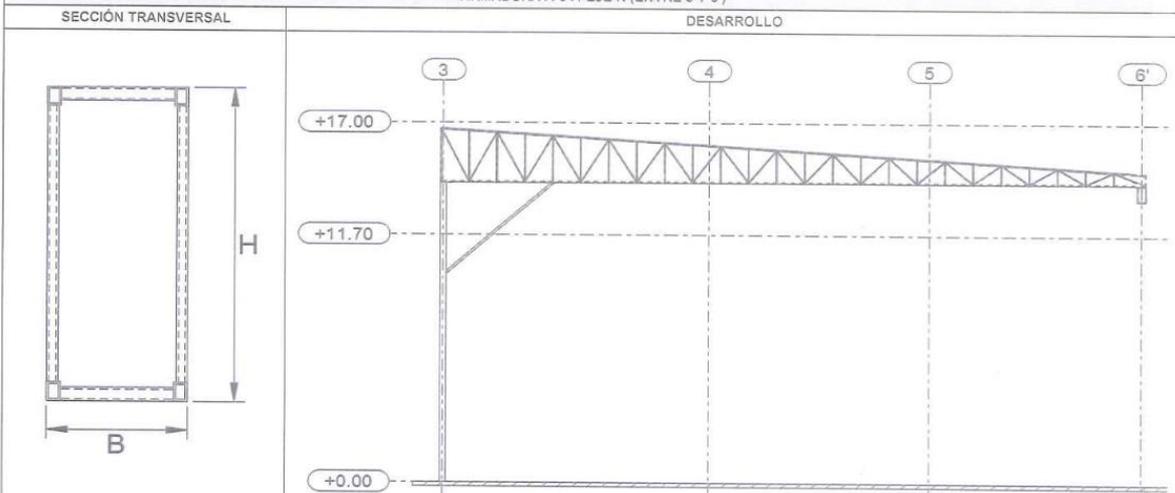
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				



ARMADURA A-04 / EJE K (ENTRE 3 Y 6')



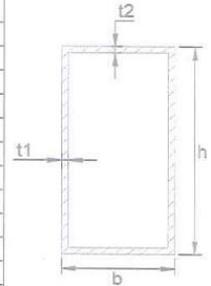
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 2,5m / max 2,5m.</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>7,78m</i>
PENDIENTE	<i>3,84°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>29,25m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,10	40,10	3,00	3,01	SI	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,05	40,05	3,01	3,00	SI	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,50	37,80	3,00	3,01	SI	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,90	37,85	3,00	3,01	SI	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,78	31,79	2,46	2,47	SI	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,60	31,65	2,47	2,46	SI	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



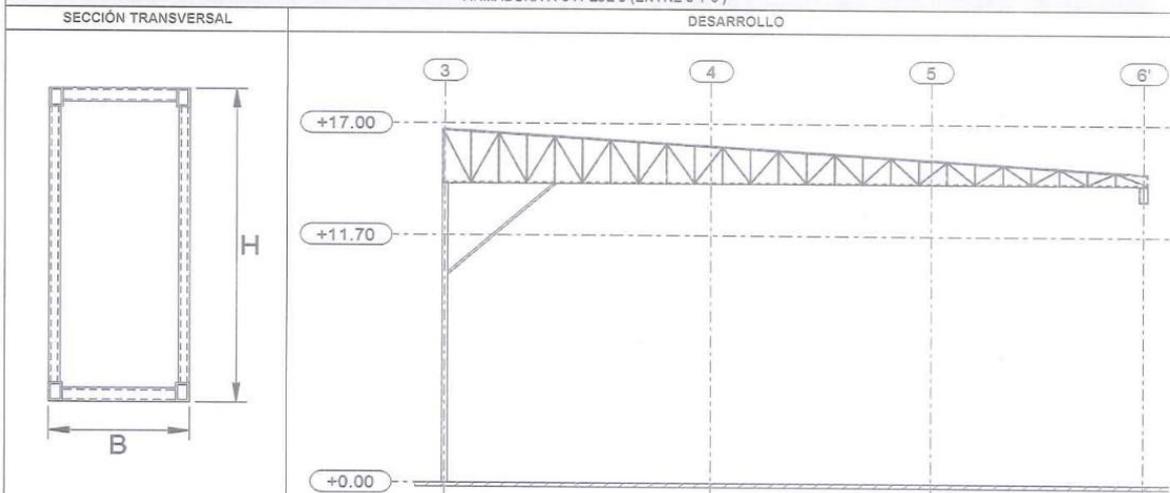
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-04 / EJE J (ENTRE 3 Y 6')



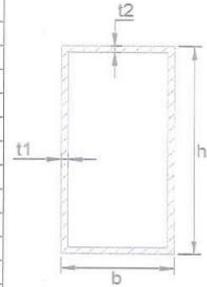
PERALTE DE SECCIÓN (H)	<i>min 0,5m / max 2,5m</i>
BASE DE SECCIÓN (B)	<i>0,5m</i>
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	<i>1,18m</i>
PENDIENTE	<i>3,89°</i>
DISTANCIA ENTRE APOYOS	<i>29,75 m</i>
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>59,95</i>	<i>39,95</i>	<i>3,01</i>	<i>3,01</i>	<i>SI</i>	
BRIDA INFERIOR	<i>60,00</i>	<i>40,00</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>59,95</i>	<i>39,95</i>	<i>3,01</i>	<i>3,02</i>	<i>SI</i>	
MONTANTE EXTREMA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,15</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,01</i>	<i>SI</i>	
MONTANTE INTERNA	<i>38,10</i>	<i>38,10</i>	<i>3,00</i>	<i>3,00</i>	<i>38,10</i>	<i>38,15</i>	<i>3,02</i>	<i>3,01</i>	<i>SI</i>	
DIAGONAL EXTERNA	<i>31,25</i>	<i>31,25</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,70</i>	<i>31,80</i>	<i>2,45</i>	<i>2,45</i>	<i>SI</i>	
DIAGONAL INTERNA	<i>31,25</i>	<i>31,25</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>31,80</i>	<i>31,70</i>	<i>2,50</i>	<i>2,50</i>	<i>SI</i>	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

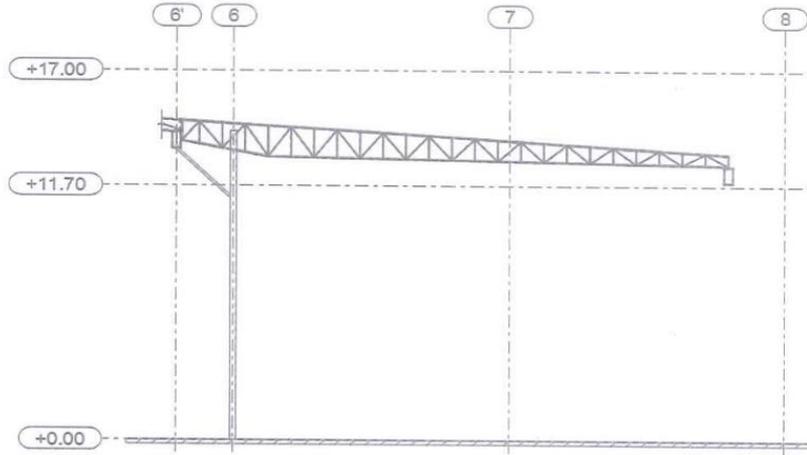
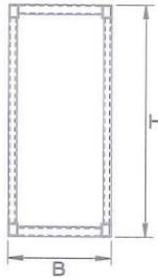
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-05 / EJE I' (ENTRE 6' Y 8')

SECCIÓN TRANSVERSAL

DESARROLLO



PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5 m. / max 4,21 m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	1,18m
PENDIENTE	-3,89
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,75m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,95	40,10	3,01	3,02	Si	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	60,05	40,10	3,01	3,00	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,20	38,15	3,01	3,00	Si	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,20	38,15	3,00	3,00	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,70	31,75	2,45	2,47	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,75	31,70	2,45	2,47	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

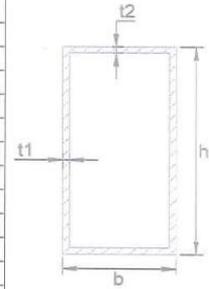
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

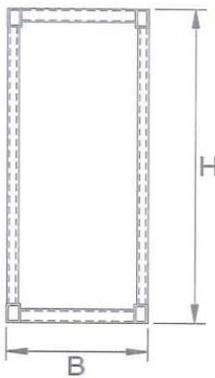
3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

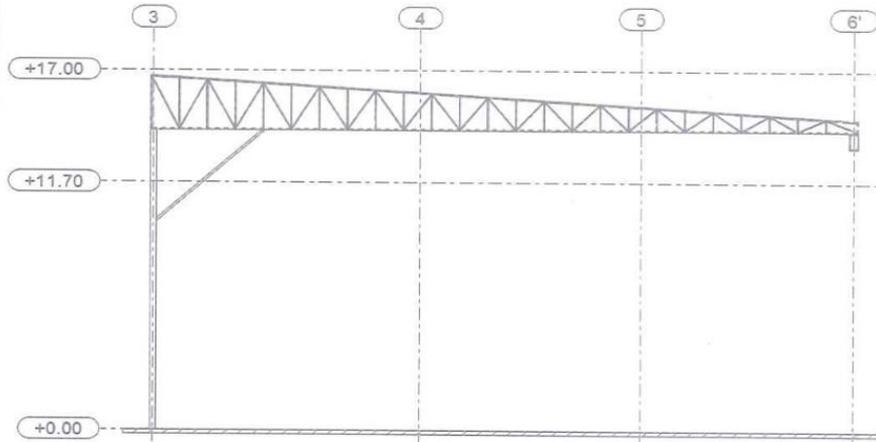


ARMADURA A-04 / EJE I' (ENTRE 3 Y 6')

SECCIÓN TRANSVERSAL



DESARROLLO



PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	7,18m
PENDIENTE	3,69°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	24,73m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,96	39,95	3,01	3,02	Si	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,98	39,90	3,00	3,00	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	38,00	3,00	3,00	Si	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,90	37,90	3,01	3,01	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,70	31,70	2,47	2,47	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,80	31,80	2,46	2,46	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

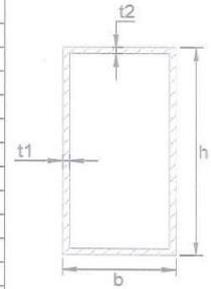
TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural

2. UBICACIÓN

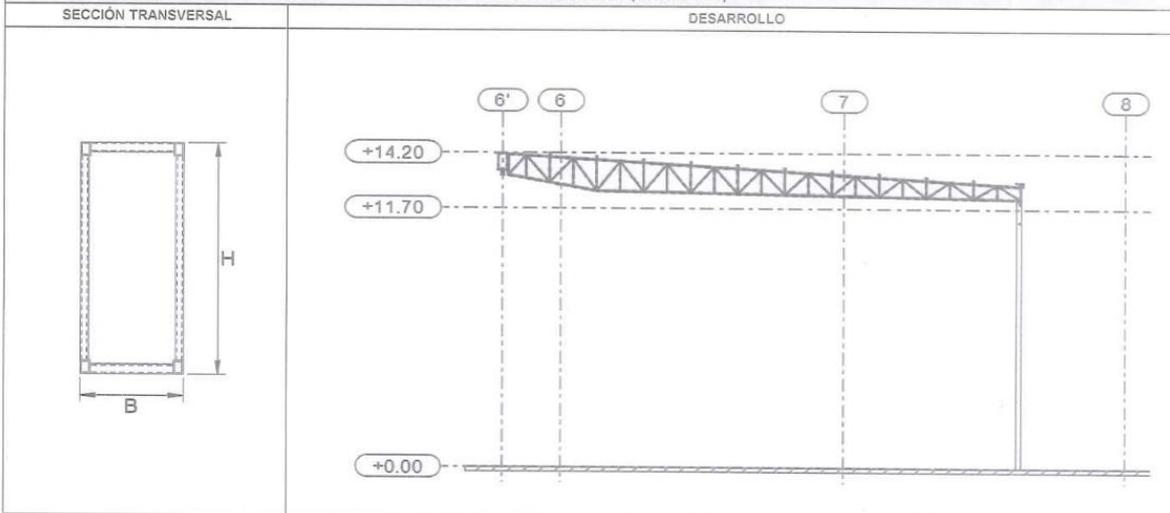
DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16"	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				



ARMADURA A-05 / EJE J (ENTRE 6' Y 8)



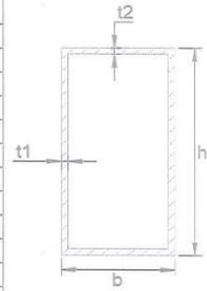
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 1,2m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	1,18m
PENDIENTE	3,89°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,75 m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,95	39,95	3,01	3,01	SI	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,90	39,90	3,02	3,02	SI	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	38,15	3,01	3,02	SI	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	38,15	3,01	3,01	SI	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,90	31,72	2,45	2,45	SI	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,72	31,70	2,48	2,48	SI	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



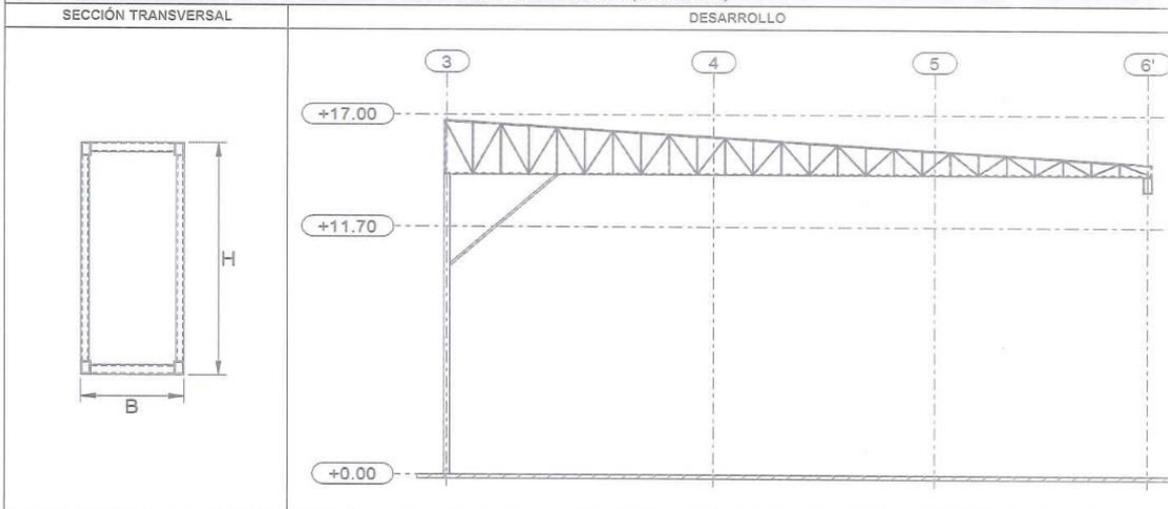
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-04 / EJE L (ENTRE 3 Y 6')



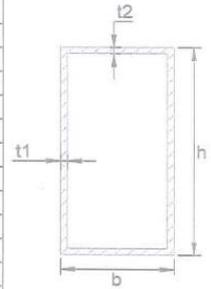
PERALTE DE SECCIÓN (H)	min 0,5m / max 2,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	1,18m
PENDIENTE	3,54°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,75 m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,90	39,90	3,00	3,01	Si	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	59,90	39,90	3,01	3,01	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	38,00	3,01	3,01	Si	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	38,00	37,90	3,01	3,01	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,70	31,80	2,46	2,46	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,80	31,70	2,46	2,16	Si	

OBSERVACIONES:

1. GENERALIDADES

TEMA:	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022
AUTORES:	Andia Lopez, Tom Maverick / Valverde Rivas, Herber
VARIABLE:	Reforzamiento estructural



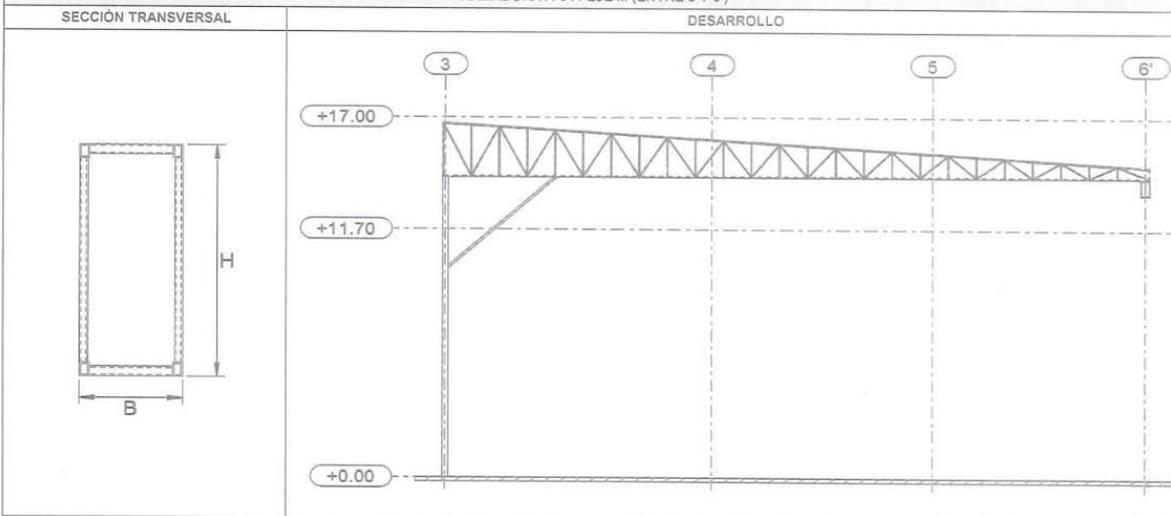
2. UBICACIÓN

DISTRITO	HUAROCHIRI
PROVINCIA	LIMA
DEPARTAMENTO	LIMA

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

DESCRIPCIÓN		MARCA	MODELO	NOTAS:
PIE DE REY	X	ACCUD	111-006-13	
FLEXÓMETRO	X	TRUPER	5M/16'	
DISTANCIOMETRO	X	BOSCH	GLM30	
ESTACIÓN TOTAL				

ARMADURA A-04 / EJE M (ENTRE 3 Y 6')



PERALTE DE SECCIÓN (H)	7110 0,5m / 1100 0,5m
BASE DE SECCIÓN (B)	0,5 m
SEPARACIÓN ENTRE MONTANTES	7,18m
PENDIENTE	3,89°
DISTANCIA ENTRE APOYOS	29,75m
LONGITUD DE VOLADO IZQUIERDA	-
LONGITUD DE VOLADO DERECHA	-

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES COMERCIALES (mm)				DIMENSIONES REALES (mm)				¿ACEPTABLE?	NOTAS:
	h	b	t1	t2	h	b	t1	t2		
BRIDA SUPERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	58,00	39,00	3,00	3,00	Si	
BRIDA INFERIOR	60,00	40,00	3,00	3,00	58,00	39,00	3,00	3,00	Si	
MONTANTE EXTREMA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,80	37,80	3,00	3,00	Si	
MONTANTE INTERNA	38,10	38,10	3,00	3,00	37,80	37,80	3,00	3,00	Si	
DIAGONAL EXTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,68	31,68	2,40	2,40	Si	
DIAGONAL INTERNA	31,75	31,75	2,50	2,50	31,68	31,68	2,40	2,40	Si	

OBSERVACIONES:

## ANEXO 5. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



### ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



**PROYECTO: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022**

**SOLICITANTE** : TOM MAVERICK ANDIA LOPEZ , VALVERDE RIVAS  
**HERBER**  
**PROYECTO** : PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI  
**FECHA** : Abril del 2021

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
R.O.S. CIP N° 137831



## ÍNDICE

- 1.0 GENERALIDADES**
  - 1.1. INTRODUCCIÓN
  - 1.2. OBJETIVO
  - 1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
  - 1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS
  - 1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO
  
- 2.0 ANTECEDENTE GEOLÓGICOS DE LA ZONA**
  - 2.1. MEZOSOICO (CRETÁCICO)
  - 2.2. CENOZOICO (CUATERNARIO)
  
- 3.0 SISMICIDAD DE LA ZONA**
  
- 4.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**
  
- 5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO**
  
- 6.0 PERFIL ESTRATIGRÁFICO**
  
- 7.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN**
  - 7.1. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN
  - 7.2. TIPO DE CIMENTACIÓN
  - 7.3. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA
  
- 8.0 ANÁLISIS QUÍMICO**

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



9.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y  
PARÁMETROS SÍSMICOS – ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

10.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12.0 ANEXOS:

PANEL FOTOGRÁFICO

REGISTROS ESTRATIGRÁFICOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

CROQUIS DE UBICACIÓN

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## GENERALIDADES

*Franklin Gomez*  
FRANKLIN GOMEZ  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 1.0 GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

El presente estudio se ha efectuado en el distrito de HUAROCHIRI donde se desarrollará el proyecto **“PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022”**, el cual tiene por finalidad establecer una zonificación de los suelos con fines de cimentación.

En tal sentido, con la finalidad de realizar los trabajos de campo, personal técnico especializado en trabajos de campo, se apersono en la zona en estudio ubicada en el Distrito de Huarochiri y se procedió con el desarrollo de los trabajos correspondientes.

Los trabajos de campo consistieron en el desarrollo de tres calicatas con una profundidad de 3.00 metros.

Un estrato conforma el subsuelo del área en estudio, se tomaron muestras representativas y en cantidades suficientes para ser analizadas mediante el desarrollo de ensayos de laboratorio. Así con los datos recogidos de campo y los correspondientes ensayos de laboratorio definir el perfil estratigráfico, la capacidad portante admisible del suelo, la magnitud de los asentamientos, entre otros, vertiéndose finalmente las conclusiones y recomendaciones técnicas necesarias.

*[Handwritten Signature]*  
FRANKY CAUL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. C.P. N° 137831



## 1.2 Objetivo

El objetivo del presente estudio de mecánica de suelos, es establecer las características geotécnicas del suelo donde se cimentarán las edificaciones proyectadas, en solicitud de **"TOM MAVERICK ANDIA LOPEZ , VALVERDE RIVAS HERBER"**

A continuación, se menciona los principales objetivos:

- Determinar la estratigrafía del área de estudio.
- Determinar las características mínimas de cimentación como: Tipo de cimentación y profundidad de desplante.
- Determinar la capacidad portante y la magnitud de los asentamientos admisibles del estrato resistente.
- Determinar los parámetros de zona, uso y suelo necesarios para determinar la fuerza cortante total en la base de la estructura.
- Determinar el tipo y la magnitud del agente o agentes a los que estarán expuestos los cimientos de la estructura, los cuales pudiesen afectar su durabilidad.
- En función de los datos recogidos de campo, laboratorio y los resultados de los cálculos efectuados dar las recomendaciones técnicas necesarias.

*Franklin Raúl Comez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



La metodología seguida para la ejecución del estudio consistió básicamente en la ejecución de pozos exploratorios distribuidos convenientemente, previamente se efectuó un reconocimiento de toda la zona a evaluar y las coordinaciones con los interesados para obtener información adicional del lugar. En esta etapa se obtuvieron las muestras de suelos representativos de los diferentes estratos encontrados, las que fueron objeto de ensayos en laboratorio y, finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases (campo y laboratorio), además de la toma fotográfica correspondiente, la ejecución de las labores de gabinete, para conseguir luego en forma gráfica y digitada los resultados del estudio.

A continuación, se procede a enumerar el plan de trabajo desarrollado en cada una de las tres etapas arriba indicadas:

- Evaluación geológica del área de estudio
- Recopilación de la información existente en la zona
- Ubicación y ejecución de calicatas
- Toma de muestras alteradas e inalteradas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Interpretación de los ensayos de laboratorio
- Elaboración del perfil stratigráfico del terreno
- Análisis de la cimentación

El Estudio de Mecánica de Suelos se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento

*Franklin Raúl Gómez Sallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



Nacional de Edificaciones vigente, y tiene como objetivo de evaluar las características del terreno de cimentación con el fin de establecer la profundidad de cimentación, la capacidad portante del suelo, cuantificar la magnitud de los posibles asentamientos, así como evaluar la ocurrencia de potenciales problemas geotécnicos.

### 1.3 Ubicación del área de estudio

El área donde se desarrollará el proyecto está ubicada de acuerdo a la siguiente distribución:

País : Perú  
Departamento : Lima  
Provincia : Lima  
Distrito : Huarochiri  
Ubicación : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446  
HUAROCHIRI

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
REG. CIP N° 47834



## 1.4 Condiciones Climáticas

En Huarochiri, el clima es riguroso y frío, se caracteriza por el dominio de las precipitaciones sólidas (granizadas, nevadas), de las temperaturas negativas (de hasta 25 grados bajo cero) y de una atmósfera muy seca, con vientos fuertes.

## 1.5 Características del Proyecto

Se ha considerado un sistema estructural para las obras civiles en base a cimientos corridos, vigas de cimentación, zapatas reforzadas, columnas de concreto armado, vigas, placas, losa aligerada y muro (en cisterna) de concreto armado.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Res. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA

*Franklin Palam*  
FRANKLIN PALAM  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137051

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

✉ cormaxlaboratorio@gmail.com

☎ 981 845 842



## 2.0 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA

### GEOMORFOLOGIA :

La geomorfología del área de San Antonio de Huarochiri, se ha desarrollado por procesos orogénicos, estructurales y erosivos.

La ciudad de San Antonio de Huarochiri se encuentra en el curso medio de la cuenca del río Rimac, sobre una terraza fluvio-aluvial, cuya altitud es menor que la altitud del lecho del río Rimac, en la misma zona. Las pendientes de las laderas del entorno de ésta ciudad varían desde llanas, moderadas hasta abruptas.

Las principales Unidades Geomorfológicas son: Flanco Occidental de los Andes Valle del río Rimac

#### a) Flanco Occidental de los Andes

Esta unidad regional, está compuesta por montañas de topografía agreste, alineadas, que limitan las cuencas de los valles profundos que descienden desde las partes altas de la cordillera hasta la costa.

Esta unidad se inicia desde la divisoria de aguas entre la cuenca del río Mantaro y la cuenca del río Rimac área de Ticlio y está atravesada por los ríos y las quebradas, que nacen de ésta divisoria de aguas y que recorren hacia el Océano Pacífico con rumbo promedio de S75°W.

#### b) Valle del Río Rimac

Esta unidad nace en la divisoria de aguas continental, en el sector superior es de tipo glaciar, donde destacan los valles con sección transversal en forma de "U", los valles colgados, y la morfología glaciar en el sector medio la sección transversal tiene la forma de "V", donde se distinguen la etapa valle y la etapa cañón.

En la etapa valle se encuentran terrazas, donde están asentadas diversas poblaciones y los terrenos agrícolas donde se cultivan productos de "pan llevar".

Como unidades geomorfológicas locales, dentro de la Unidad del Valle del Rimac se encuentran las siguientes: Quebradas, Cárcavas, Terrazas y Conos de Deyección.

Quebrada: Como se ha señalado, son valles estrechos y de recorrido corto, llamados, subcuencas tributarias y son importantes en la evolución del valle. En el entorno de la ciudad de Matucana se encuentran las siguientes quebradas ubicadas sobre las márgenes del río Rímac:

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. C.P. N° 137831



## Quebrada Llanahualla (margen derecha)

Conocida como Payhua por la cercanía al poblado de Payhua ubicada en la margen derecha de esta quebrada. Esta quebrada tiene las siguientes características:

Rumbo N15°W, longitudes de km 6 + 100, el área de la microcuenca de esta quebrada es de 1,642 ha, con una pendiente promedio de 21°, altitud de 4,760 m.s.n.m. y el nivel de base sobre el río Rimac es de 2,400msnm, esta quebrada es el cauce por donde se han desarrollado los diversos procesos geodinámicos externos que han afectado y que afectaran a la ciudad de San Antonio.

Las principales rocas del basamento pertenecen fundamentalmente al Grupo Rimac (Tim-r) constituido por rocas de las series: volcánica-sedimentaria, sedimentariatobácea y Tobácea. Los materiales rocosos de cobertura corresponden a los depósitos cuaternarios: proluvial, coluvial, deluvial y fluvial.

quebrada Llanahualla es asimétrica, el flanco derecho alcanza mayor altitud. El cauce es estrecho con ancho promedio de 15m, profundidad de 9 m en promedio, gradiente que fluctúa entre 10% y 45% presencia de saltos y cascadas.

Posee un tributario importante en la margen derecha el "Patipumpo", que es muy activa, muy erosiva, es el desencadenante de la actividad geodinámica en el Llanahualla.

## Quebrada Huaripachi (márgen izquierda)

Considerada por algunos geólogos como una cárcava mayor, es de régimen estacional, longitud de 1.8 Km., y gradiente promedio de 30°, rumbo N60°W, con altitud de 3,400 m.s.n.m., el nivel de base sobre el río Rimac es de 2,410 m.s.n.m., por el cauce de ésta se ha desplazado gran cantidad de material terrígeno que ha constituido el cono deyectivo de suave pendiente, donde se ha ubicado el AAHH Huaripachi.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



Las principales rocas que conforman el basamento pertenecen al Grupo Rimac (Tim-r) compuesto por rocas de las series: volcánicas – sedimentaria, Tobácea y Sedimentaria–Tobácea, los materiales rocosos de cobertura de poca potencia corresponden a los depósitos cuaternarios: coluvial, proluvial fundamentalmente.

El perfil longitudinal de esta quebrada permite observar la presencia de fuertes desniveles, que en la estación de lluvias y con la presencia de las corrientes de agua forman saltos y cascadas.

El camino carrozable hacia los poblados del Marachanca, Hilpa y otros intercepta a esta quebrada en varios sectores debido a los desarrollos que hay en esta vía. En la estación lluviosa esta carretera sufre interrupciones por los movimientos de masa terrígena.

Los procesos geológicos-climáticos que ocurren en esta quebrada son: derrumbes, llocllas (huaycos), desprendimiento de rocas y erosión por escorrentía pluvial, estos fenómenos trasladan los materiales rocosos hacia el cono deyectivo, pudiendo llegar.

en eventos extraordinarios hasta el cauce del río Rimac, perturbando el flujo normal de este río. Esta quebrada drena hacia el AAHH Huaripachi, el cual fue afectado en el año 1959 y 1984 y podría ser perturbado en el futuro.

#### **Quebrada Chucumayo (márgen izquierda)**

La quebrada de Chucumayo tiene una longitud de 8,900 m, ancho promedio de 50 m en el tramo inferior y rumbo: N60°W hasta los 2,700 m.s.n.m. y N85°E hasta su nacimiento. La altitud máxima es de 5,020 m.s.n.m. y el nivel de base sobre el río Rimac es 2,360 m.s.n.m. El perfil longitudinal de esta quebrada muestra dos tramos definidos: el inferior con gradiente de 10° y el superior con 22° en promedio. La microcuenca de esta quebrada tiene 34,800 Ha y tiene su nacimiento en las lagunas superiores, drena hacia el río Rimac aguas abajo de la ciudad de Matucana. En el sector inferior es de suave pendiente y las laderas en ambos márgenes tienen fuertes pendientes de 28° promedio.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



El flujo de la corriente de agua es permanente porque su origen está en las lagunas ubicadas en el tramo superior de la quebrada.

Las rocas más abundantes del basamento pertenecen al Grupo Rimac (Tim-r) compuestos por rocas de las series: volcánicas – sedimentarias, sedimentaria-tobácea y Tobácea, los materiales rocosos de cobertura corresponden a los depósitos cuaternarios: proluvial, coluvial y deluvial

Los procesos geológico-climáticos que ocurren en esta quebrada son: Llocllas (huaycos), derrumbes, desprendimientos de rocas, erosión por escorrentía pluvial e inundaciones. De ocurrir estos eventos afectarían el sector oeste de la ciudad, el Ferrocarril Central, la carretera antigua, pudiendo incluso llegar a represarse el cauce del río Rimac en un evento extraordinario.

En el cauce y en el cono deyeectivo de esta quebrada se observan evidencias de la recurrencia de estos fenómenos que permiten afirmar que en el futuro podrían volver a ocurrir, por lo que es necesario mitigar los efectos de estos procesos con la ayuda de la ciencia y la tecnología.

Cárcavas: Son depresiones en forma de zanjas o surcos que se forman en las laderas de los cerros, por acción de las aguas superficiales que al desplazarse aguas abajo tienen la capacidad de erosionar el material rocoso a lo largo de su recorrido. La evolución de las cárcavas se da tanto en profundidad como lateralmente, ganando profundidad y ancho rápidamente. Las cárcavas constituyen la etapa embrionaria o inicial de las torrenteras o quebradas.

En la margen derecha se encuentran alrededor de 9 cárcavas importantes subparalelas, que drenan al río Rimac y que almacenan detritos y otros materiales rocosos, que mezclados con el agua se desplazan en forma de flujos de detritos y lodo.

En la margen izquierda existen alrededor de 10 cárcavas que drenan hacia la ciudad de Matucana y que almacenan detritos y materiales rocosos, que mezclados con el agua se mueven en forma de flujos de lodo y detritos.

Para mitigar la escorrentía de las aguas superficiales por estas cárcavas y por las laderas se deberá construir 2 cunetas de coronación de muy baja gradiente y también se debe realizar la forestación en forma lineal de muy baja gradiente

*Franklin Raúl Comez Sapallamay*  
FRANKLIN RAÚL  
COMEZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP. N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



**Terrazas:** Son áreas más o menos llanas o levemente inclinadas generalmente limitadas por dos declives pronunciados superior e inferior.

La ciudad de San Antonio está ubicada en una terraza (T2) fluvio-aluvial, asimétrica, en la margen izquierda del río Rimac. Esta terraza ha sido formada por la sedimentación aluvial del río Rimac en una época de mayor caudal. Actualmente esta ciudad está protegida del río Rimac por un dique – terraplen vial ubicado en la margen izquierda.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

✉ cormaxlaboratorio@gmail.com

☎ 981 845 842

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## SISMICIDAD DE LA ZONA

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



### 3.0 SISMICIDAD DE LA ZONA

Según diversos estudios realizados se conoce que nuestro país se encuentra comprendido en un área de alta actividad sísmica, como parte del Cinturón Circumpacífico.

En lo que respecta al área de estudio, los rasgos tectónicos principales son la Cordillera de los Andes y la Fosa de Lima; éstas se sitúan dentro de las placas tectónicas Suramericana o Continental y Nazca u Oceánica. La segunda se introduce en subducción a la Placa Continental formando el llamado Plano de Benioff, lugar principal de la acumulación constante de energía que será liberada mediante los temblores y terremotos.

#### Distribución Espacial de la Sismicidad

Cuando se analiza el mapa sísmico de la cuenca del Río Rimac, se observa que se han producido solo 2 sismos durante el período de 1918 a 1974, con profundidades entre 71 a 300 Km. En este mapa de epicentros se nota que en áreas vecinas se han registrado muchos sismos, los que por propagación de sus ondas han afectado a la cuenca en estudio.

Igualmente es notorio que en la parte oceánica se concentre la mayor actividad sísmica, y frente a Lima se observa un núcleo de alta actividad, lugar donde se generó el terremoto del 3 de Octubre de 1974; los sismos en esta área son superficiales ( $h < 30$  Km.) En el Continente (Cordillera de los Andes), se ha generado poca actividad sísmica y los sismos son más profundos ( $h = 71$  a  $100$  Km.)

*Franklin Raúl*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## Sismos Fuertes y Destruedores Período 1686 – 1974

Muchos terremotos han sucedido en áreas vecinas a la Cuenca del Río Rimac y que han ocasionado daño en las viviendas y demás obras de infraestructura con perdidas de vidas humanas.

### 1604 Noviembre 24, a 13 h. 30 m., 18° Lat. Sur

Terremoto y tsunami en el Sur del Perú. En el Puerto del Callao el mar no salió con tanta furia como en otras partes: hubo un golpe de agua que sin entrar en él, lo dejó hecho una isla, de manera que algunos días no se podía pasar de Lima al Callao, sin atravesar un gran charco. El efecto más devastador se produjo en la costa sur de nuestro país, en el Puerto de Arica.

### 1687 Octubre 20, 13° Lat. Sur

Hubo ese día dos terremotos destructores en Lima, Callao, Chancay y Pisco. El primero ocurrió a 4.30 m y el otro pasado las 6 h. El tsunami se produjo a la hora y media del primer sismo.

En el puerto del Callao no quedó casa, ni edificio en pie, habiendo perecido mucha gente. Murieron aproximadamente 300 personas en el Callao, y se tiene referencia de la desaparición de un pueblo de pescadores llamado Quilcay situado a 25 Km. de Lima. Los estragos fueron fuertes a lo largo de la costa entre Chancay y Arequipa.

### 1746 Octubre 28, a 22 h. 31 m., 12° Lat. Sur

*Franklin Ralle*  
FRANKLIN RALLE  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



Un terremoto asoló a Lima y pueblos vecinos, muriendo alrededor de 2,000 personas, fue seguido de un tsunami que desbastó gran parte del litoral. En el Callao, de una población de 5,000 habitantes, solo se salvaron unos 200. Se relata que media hora después del terremoto el mar se erizó elevándose a gran altura e interrumpió sobre el pueblo del Callao; de 23 embarcaciones que estaban ancladas en el puerto 19 quedaron sumergidas; parece que la ola marina sobrepasó los 10m. Probablemente la conmoción marina se extendió a través de todo el Océano Pacífico; hubo noticias que 6 ½ horas de la inundación en el Callao, la ola marina irrumpió con fuerza en el Puerto de Concepción (Chile) y que aproximadamente a unos 4,000 Km. al Norte (Puerto de Acapulco-México) se varó una nave.

#### **1806 Diciembre 1, a 18 h. 12° Lat. Sur**

Fuertísimo temblor en Lima, a las 20 horas salió el mar en el Callao. El día 2 de diciembre a las 2.30 una ola de 6m de altura dejó varios buques en tierra y averió otros.

#### **1868 Agosto 13, 13 h. 45 m., 18.5° Lat. Sur**

Terremoto destructor en el Sur del Perú, y tsunami que causó estragos a lo largo de la costa peruano-chilena, comprendida entre los paralelos 11° a 37° de latitud sur. En el Callao, el mar agitado comenzó a retirarse aproximadamente a las 21 h., gran parte de la zona adyacente a la ribera había quedado en seco, y a las 22 h. 30 m. una enorme ola cubrió todas las instalaciones portuarias, naufragando varias embarcaciones menores.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



En Arica, olas de unos 12m., de altura arrasaron con el pueblo, en general los daños fueron más intensos en toda la zona del litoral Sur del Perú y Norte de Chile.

En los Cuadros siguientes se presenta una relación detallada de los terremotos ocurridos en el período anotado y que fueron causa de destrucción en la cuenca del Río Rímac.

### TERREMOTOS OCURRIDOS EN LA COSTA DEL PERU AÑOS 1686-1868

FECHA	HORA	EPICENTRO APROX.		ZONA DE IMPACTO	M <sub>s</sub>	MT
		LAT.	LONG			
09-07-1686	17.30	12.2	77.7	Costa Dpto. Lima	8.0	3
24-11-1604	18.30	18.0	71.5	Costa Peruano-Chilena	8.4	3
20-10-1687	11.00	13.0	77.5	Costa Sur Dpto. Lima	8.2	3
28-10-1746	22.31	11.6	77.6	Costa Norte Dpto.Lima	8.4	3
01-12-1806	18.00	12.0	78.0	Frente al Pto. del Callao	--	2
13-08-1868	13.45	18.5	71.2	Costa Peruano-Chilena	8.5	3

*M<sub>s</sub> Magnitud estimada del terremoto mt Intensidad del tsunami de acuerdo a la escala de Sida.*

### TERREMOTOS OCURRIDOS EN LA COSTA DEL PERU AÑOS 1940-1974

FECHA	HORA	EPICENTRO		M <sub>s</sub>	INTENSIDAD	PROFUND.
		LAT.S	LONG.W			
24-05-1940	11.25	10.5	77.6	8.2	VIII	42
17-10-1966	16.41	10.7	78.6	7.6	VIII	38
03-10-1974	9.21	12.3	77.8	7.6	VIII	13

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva norma sísmo resistente (E-030) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, el cual se basó en registros de sismos peruanos y datos de intensidades

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la Zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII y IX en la escala de Mercalli Modificada.



La actividad sísmica en el departamento de Lima, donde se ubica el área en estudio, es de origen tectónico, y manifiesta una estructura interna compleja.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO EN SUELOS  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



debido a la interacción por subducción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. En general, la zona está frecuentemente sujeta a sismos de variada intensidad, con epicentros tanto profundos como superficiales, por encontrarse dentro de la llamada zona de transición sismotectónica continental del Bloque Norte-Centro del Perú, la cual coincide con los paralelos 12° y 13° de Latitud Sur. Algunos sismos que afectan la zona son causados también por la Fosa Tectónica de Lima que pertenece al Plano de Wadati-Benioff, y son originados principalmente por la disipación de la energía acumulada a lo largo de fallas, o por las rupturas de la corteza terrestre. Según el Mapa Preliminar de Regionalización Sismo-tectónica e Intensidades Máximas Posibles, publicado por el Instituto Geográfico Nacional, el departamento de Lima se encuentra dentro de la zona de alta actividad sísmica, con profundidades hipo-centrales mayores a 60 km y con sismos de intensidades posibles de VIII en la escala de Mercalli. Para la zona de Lima se cuentan con registros de eventos sísmicos históricos desde el año 1513.

(a) Factor de Zona \_\_\_\_\_  $Z = 0.45$   
(\*)

(b) Condiciones Geotécnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a un **suelo Intermedio**.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
ING. JEÑERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



(c) Condiciones Geotécnicas \_\_\_\_\_  $T_p = 0.6$  seg.

(d) Factor de Ampliación del Suelo \_\_\_\_\_  $S = 1.05$

(e) Factor de Amplificación Sísmica ( C )

$$C = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

Se calculará en base a la siguiente expresión:

Para T = Periodo de Vibración de la Estructura = H/Ct

(f) Categoría de la Edificación \_\_\_\_\_ C

(g) Factor de Uso \_\_\_\_\_ U = 1

(h) La fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

Para:

V= CORTANTE BASAL

Z= FACTOR DE ZONA

U= FACTOR DE USO

S= FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO

C= FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

R =COEFICIENTE DE REDUCCION

P= PESO DE LA EDIFICACIÓN

*Juan Carlos*  
INGENIERO RAÚL  
GÓMEZ SAFALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



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

\*El área en estudio, corresponde a la Zona 4, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## INVESTIGACIÓN DE CAMPO

*Franklin Raul Comez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



#### 4.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Con el objeto de determinar las características del subsuelo, se realizó su exploración mediante la ejecución de 03 calicatas en la zona del área en el cual se realizará el proyecto: **“PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022”**.

Las cotas en la superficie de la calicata corresponden al nivel del terreno natural.

En ninguna de las excavaciones se apreció la existencia de nivel freático.

La exploración tiene como dimensiones aproximadas 1.50 x 1.50 m superficialmente, manteniendo constante la sección a profundidad; siendo la profundidad máxima explorada de 3.00 m. desde el nivel inicial del terreno.

De la calicata se extrajeron muestras tipo disturbada del material a diferentes niveles de la excavación, identificando la estratificación y sus variantes a profundidad, se tomó muestra en cantidad suficiente para realizar ensayos estándar y especiales. Las muestras se extrajeron siguiendo la norma NTP 339.151 (ASTM D4220), luego se procedió a la descripción e identificación de los materiales encontrados (procedimiento visual manual) según la norma NTP 339.150 (ASTM D-2488).

*Francisco Zapata*  
FRANCISCO ZAPATA  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 127831



Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de excavaciones anotándose las principales características de los estratos encontrados, tales como: humedad, compacidad, consistencia, plasticidad, forma y tamaño de las partículas, clasificación, presencia del nivel freático, etc., los mismos que se presentan en el anexo de registros de las excavaciones.

*Franklin Paul Gomez Sapallamay*  
FRANKLIN PAUL  
GOMEZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 147631

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ENSAYOS DE LABORATORIO

*Franklin Raimundo Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAIMUNDO  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el objetivo de determinar las características, propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como el uso del material de la investigación de campo.

Con las muestras extraídas se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- Ensayo de análisis granulométrico por tamizado ASTM D422

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

- Ensayos de Límites de Consistencia ASTM D4318

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



material que pasa la malla N°200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido, conforme se le va quitando agua, llega un momento en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el límite líquido, y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el límite plástico.

- Contenido de humedad

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar

*Franklin Raimundo Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAIMUNDO  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

- Clasificaciones de suelos SUCS ASTM D2487

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrado en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaños de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

- Ensayos químicos
  - Sales Solubles Totales NTP 339.152/2002
  - Sulfatos NTP 339.178
  - Cloruros
- Ensayo de Corte Directo ASTM D3080

*Franklin Rangel*  
FRANKLIN RANGEL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO EN SUELOS  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 6.0 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se ha elaborado el perfil estratigráfico representativo del terreno donde se realizará el proyecto, utilizando la información tomada de la calicata ejecutada, se pudo determinar que predomina un solo tipo de suelo, el cual se describe a continuación:

- ❖ Calicata 1: Presenta material gravoso mal gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 57.5% de grava, 39.3% de arena, 3.2% de finos
  
- ❖ Calicata 2: Presenta material gravoso pobremente gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 53.0% de grava, 44.0% de arena, 3.0% de finos.
  
- ❖ Calicata 3: Presenta material gravoso mal gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 60.7% de grava, 34.5% de arena, 4.8% de finos.

*Francisco Celso*  
FRANKLIN RAUL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137851



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los suelos representativos ensayados se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) que va dirigido a edificaciones. En el cuadro siguiente se presenta la clasificación de los materiales:

Proyecto	Suelo natural	Suelo natural	Suelo natural
Calicata	1	2	3
Muestra	M - 1	M - 1	M - 1
Prof. (m)	3.00	4.00	3.00
%Grava	57.5	53.0	60.7
% Arena	39.3	44	34.5
% Finos	3.2	3.0	4.8
Límite líquido (%)	NP	NP	NP
Límite plástico (%)	NP	NP	NP
Índice de plasticidad (%)	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GP

*Franklin Ralte*  
FRANKLIN RALTE  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

*Franklin Raue Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUE  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 7.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

En esta sección se realiza el análisis de la cimentación para el área estudiada y se proponen la capacidad de carga admisible y la magnitud de los posibles asentamientos.

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio en el subsuelo, se evaluó la capacidad portante, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

El material presente en la zona activa de cimentación, es un material gravoso de consistencia suelto. Se efectúa el ensayo de corte directo en laboratorio, obteniéndose los siguientes parámetros de resistencia:

### Para la Calicata C-2

Angulo de fricción interna, $\phi$	33.8°
Cohesión, C (kg/cm <sup>2</sup> )	0.00

## 7.1 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Se considerará para los cálculos que se presentan en las siguientes secciones, que la profundidad mínima de cimentación por debajo del nivel de semisótano para las estructuras de reforzamiento (vigas de cimentación y zapatas proyectadas) es de 1.50m. Para los cimientos corridos se considera 1.20m

*Franklin Raúl C. Méz Sapallamay*  
FRANKLIN RAUL  
C. MÉZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## 7.2 TIPO DE CIMENTACIÓN

Por la magnitud de las cargas transmitidas se recomienda utilizar para las cimentaciones proyectadas una cimentación superficial, tal como cimentación en base a vigas de cimentación, cimientos corridos y zapatas.

## 7.3 CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

El ingeniero estructural verificara las cargas transmitidas al terreno por unidad de área.

En el presente, se ha realizado el análisis estático de la capacidad de carga en la cual se ha determinado características geométricas asumidas.

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área estudiada en base a las características del subsuelo. Para tal efecto se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973), sustentada anteriormente, con insumos correspondientes a los parámetros de resistencia, para los cuales se ha considerado el siguiente resultado " $\phi$ " igual a 33.8° y cohesión 0.00.

Si bien es cierto, la expresión que determina la capacidad admisible, estará afectada por un factor de seguridad de acuerdo a las recomendaciones de diseño empleados en el país (léase como  $q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$ ), en el cálculo se han empleado factores de seguridad que responden a cada uno de los parámetros que participan en el desarrollo de los cálculos.

*Franklin Arce*  
FRANKLIN ARCE  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP. N° 157831



Si luego se desea efectuar el análisis dinámico, se recomienda emplear la metodología por Estado Limite, en el cual los parámetros de resistencia son minorados y las cargas actuantes mayoradas.

El cuadro, muestra los datos generales de los materiales, y geometría de cimentación, para la determinación de resistencia en condiciones estáticas. Luego se muestra un cuadro en el cual, al hacer variar la profundidad y el ancho del cimiento, se halla una capacidad de carga, determinada por el factor de seguridad global

Podemos apreciar que el material de la zona en estudio presenta una buena resistencia, debiendo el Ing. Estructural comparar la capacidad admisible tenida en el Metrado de cargas con la capacidad admisible encontrada en el presente estudio.

Finalmente, la capacidad última de carga respecto al nivel del suelo de semisótano se presenta a continuación:

*Franklin Ralme*  
FRANKLIN RALME  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



POR RESISTENCIA		
Zapata aislada 2x2		
Símbolo	Descripción	Datos
Calicata	= 1	Muestra = M-1
GP	= Grava pobremente gradada	= GP
C	= Cohesión	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Cr	= Cohesión por Falla Local	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	= Angulo de Fricción	= 33.80 °
Ør	= Angulo de Fricción por Falla Local	= 33.80 °
λ	= Angulo de Arrancamiento	= 23.7 °
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Sobre el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Bajo el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
B	= Ancho de la Cimentación	= 2.00 m
L	= Largo de la Cimentación	= 2.00 m
Df	= Profundidad de la Cimentación	= 1.00 m
FG	= Factor de Seguridad	= 3.00

POR RESISTENCIA		
Zapata aislada 2x2		
$q_{ult} = C' N_c S_c + 1/2 \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q q N_q$		
$q_{adm}$	= Capacidad Portante Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )	
C	= Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	= 0.00
γ <sub>1</sub>	= Peso del suelo sobre el nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	= 0.00188
γ <sub>2</sub>	= Peso del suelo debajo nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	= 0.00188
Df	= Profundidad de Cimentación (cm)	= 100
B	= Ancho del Cimiento (cm)	= 200
L	= Longitud del Cimiento (cm)	= 200
<b>Factores de Capacidad de Carga según Vesic</b>		
N <sub>c</sub>	=	41.46
N <sub>q</sub>	=	28.77
N <sub>y</sub>	=	39.89
<b>Factores de Forma según Vesic</b>		
S <sub>c</sub>	=	1.00
S <sub>q</sub>	=	1.00
S <sub>y</sub>	=	1.00
F.S.	=	3.00
$q_{ult}$	= 7.3 Kg/cm <sup>2</sup>	$q_{adm}$ = 2.3 Kg/cm <sup>2</sup>

*Franklin Ribal*  
 FRANKLIN RIBAL  
 GOMEZ SAPPALANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 CIP Nº 137831



## POR ASENTAMIENTO (Si)

### Zapata aislada 2x2

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2) I_f}{E_s}$$

Donde:

<b>S</b>	=	<b>Asentamiento Inmediato (cm)</b>	
q (q <sub>adm</sub> )	=	Capacidad Portante Admisible (kg/m <sup>2</sup> )	= 2.3
μ	=	Relación de Poisson	= 0.3
E <sub>s</sub>	=	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	= 1400
S <sub>i(max)</sub>	=	Asentamiento permisible (cm)	= 1.0
B	=	Ancho del Cimiento (m)	= 2.0
I <sub>f</sub>	=	Factor de Forma (m/m)	= 1.12

$$S_i = 0.001 \text{ m} <> 0.1 \text{ cm}$$

Presion por Carga

$$q (q_{adm}) = 2.3$$

Si

Presion de Carga asumida por asentamiento

$$q (q_{adm}) = 2.3$$

Si

## POR RESISTENCIA

### Zapata aislada 2x2

Símbolo	Descripción	Datos
Calicata	= 1	Muestra = M-1
GP	= Grava pobremente gradada	= GP
C	= Cohesión	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Cr	= Cohesión por Falla Local	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	= Angulo de Fricción	= 33.80 °
Ør	= Angulo de Fricción por Falla Local	= 33.80 °
λ	= Angulo de Arrancamiento	= 23.7 °
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Sobre el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Bajo el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
B	= Ancho de la Cimentación	= 2.00 m
L	= Largo de la Cimentación	= 2.00 m
Df	= Profundidad de la Cimentación	= 1.20 m
FG	= Factor de Seguridad	= 3.00

*Francisco Raúl*  
FRANCISCO RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## POR RESISTENCIA

### Zapata aislada 2x2

$$q_{ult} = C' N_c S_c + 1/2 \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_q q N_q$$

$q_{adm}$  = Capacidad Portante Admisible (Kg/cm<sup>2</sup>)

C	= Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	=	0.00
$\gamma_1$	= Peso del suelo sobre el nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	=	0.00188
$\gamma_2$	= Peso del suelo debajo nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	=	0.00188
Df	= Profundidad de Cimentación (cm)	=	120
B	= Ancho del Cimiento (cm)	=	200
L	= Longitud del Cimiento (cm)	=	200

#### Factores de Capacidad de Carga según Vesic

$N_c$	=	41.46
$N_q$	=	28.77
$N_\gamma$	=	39.89

#### Factores de Forma según Vesic

$S_c$	=	1.00
$S_q$	=	1.00
$S_\gamma$	=	1.00
F.S.	=	3.00

$q_{ult} = 8.4 \text{ Kg/cm}^2$        $q_{adm} = 2.6 \text{ Kg/cm}^2$

## POR ASENTAMIENTO (Si)

### Zapata aislada 2x2

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Donde:

S	= Asentamiento Inmediato (cm)	
q ( $q_{adm}$ )	= Capacidad Portante Admisible (kg/m <sup>2</sup> )	2.6
$\mu$	= Relación de Poisson	0.3
E <sub>s</sub>	= Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	1400
S <sub>i(max)</sub>	= Asentamiento permisible (cm)	1.0
B	= Ancho del Cimiento (m)	2.0
I <sub>f</sub>	= Factor de Forma (m/m)	1.12

$S_i = 0.001 \text{ m} < 0.1 \text{ cm}$

Presion por Carga

$q (q_{adm}) = 2.6$

Presion de Carga asumida por asentamiento

$q (q_{adm}) = 2.6$

*Raúl C. C. C.*  
 RAÚL C. C. C.  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. C.I.P. N° 137651



POR RESISTENCIA		
Zapata aislada 2x2		
Símbolo	Descripción	Datos
Calicata	= 1	Muestra = M-1
GP	= Grava pobremente gradada	= GP
C	= Cohesión	= 0.00 Kg/cm2
Cr	= Cohesión por Falla Local	= 0.00 Kg/cm2
$\phi$	= Angulo de Fricción	= 33.80 °
$\phi_r$	= Angulo de Fricción por Falla Local	= 33.80 °
$\lambda$	= Angulo de Arrancamiento	= 23.7 °
$\gamma_m$	= Peso Unitario del Suelo Sobre el nivel de fundación	= 1.88 g/cm3
$\gamma_m$	= Peso Unitario del Suelo Bajo el nivel de fundación	= 1.88 g/cm3
B	= Ancho de la Cimentación	= 2.00 m
L	= Largo de la Cimentación	= 2.00 m
Df	= Profundidad de la Cimentación	= 1.50 m
FG	= Factor de Seguridad	= 3.00

POR RESISTENCIA		
Zapata aislada 2x2		
$q_{ult} = C' N_c S_c + 1/2 \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q q N_q$		
$q_{adm}$	= Capacidad Portante Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )	
C	= Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	= 0.00
$\gamma_1$	= Peso del suelo sobre el nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	= 0.00188
$\gamma_2$	= Peso del suelo debajo nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	= 0.00188
Df	= Profundidad de Cimentación (cm)	= 150
B	= Ancho del Cimiento (cm)	= 200
L	= Longitud del Cimiento (cm)	= 200
<b>Factores de Capacidad de Carga según Vesic</b>		
$N_c$	=	41.46
$N_q$	=	28.77
$N_\gamma$	=	39.89
<b>Factores de Forma según Vesic</b>		
$S_c$	=	1.00
$S_q$	=	1.00
$S_\gamma$	=	1.00
F.S.	=	3.00
$q_{ult}$	= 10.0 Kg/cm <sup>2</sup>	$q_{adm}$ = 3.1 Kg/cm <sup>2</sup>

*Franklin Rivas*  
 FRANKLIN RIVAS  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137821



## POR ASENTAMIENTO (Si)

### Zapata aislada 2x2

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2) I_f}{E_s}$$

Donde:

<b>S</b>	= Asentamiento Inmediato (cm)		
q (q <sub>adm</sub> )	= Capacidad Portante Admisible (kg/m <sup>2</sup> )	=	3.1
μ	= Relación de Poisson	=	0.3
E <sub>s</sub>	= Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	=	1400
S <sub>i</sub> (max)	= Asentamiento permisible (cm)	=	1.0
B	= Ancho del Cimiento (m)	=	2.0
I <sub>f</sub>	= Factor de Forma (m/m)	=	1.12

$$S_i = 0.001 \text{ m} < 0.1 \text{ cm}$$

Presion por Carga	q (q <sub>adm</sub> ) = 3.1	Si
Presion de Carga asumida por asentamiento	q (q <sub>adm</sub> ) = 3.1	Si

## POR RESISTENCIA

### Zapata aislada 2x2

Símbolo	Descripción	Datos
Calicata	= 1	Muestra = M-1
GP	= Grava pobremente gradada	= GP
C	= Cohesión	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Cr	= Cohesión por Falla Local	= 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Ø	= Angulo de Fricción	= 33.80 °
Ør	= Angulo de Fricción por Falla Local	= 33.80 °
λ	= Angulo de Arrancamiento	= 23.7 °
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Sobre el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
γ <sub>m</sub>	= Peso Unitario del Suelo Bajo el nivel de fundación	= 1.88 g/cm <sup>3</sup>
B	= Ancho de la Cimentación	= 2.00 m
L	= Largo de la Cimentación	= 2.00 m
Df	= Profundidad de la Cimentación	= 1.75 m
FG	= Factor de Seguridad	= 3.00

*Franlin Raul Gomez Sapallanay*  
 FRANLIN RAUL  
 GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 REG. CIP 14 127831



## POR RESISTENCIA

### Zapata aislada 2x2

$$q_{ult} = C' N_c S_c + 1/2 \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_q q N_q$$

$q_{adm}$  = Capacidad Portante Admisible (Kg/cm<sup>2</sup>)

C	= Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	=	0.00
$\gamma_1$	= Peso del suelo sobre el nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	=	0.00188
$\gamma_2$	= Peso del suelo debajo nivel de cimentación (x10 <sup>-3</sup> )	=	0.00188
Df	= Profundidad de Cimentación (cm)	=	175
B	= Ancho del Cimiento (cm)	=	200
L	= Longitud del Cimiento (cm)	=	200

#### Factores de Capacidad de Carga según Vesic

$N_c$	=	41.46
$N_q$	=	28.77
$N_\gamma$	=	39.89

#### Factores de Forma según Vesic

$S_c$	=	1.00
$S_q$	=	1.00
$S_\gamma$	=	1.00
F.S.	=	3.00

$q_{ult} = 11.3 \text{ Kg/cm}^2$        $q_{adm} = 3.5 \text{ Kg/cm}^2$

## POR ASENTAMIENTO (Si)

### Zapata aislada 2x2

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2) I_f}{E_s}$$

Donde:

S	= Asentamiento Inmediato (cm)	=	
q ( $q_{adm}$ )	= Capacidad Portante Admisible (kg/m <sup>2</sup> )	=	3.5
$\mu$	= Relación de Poisson	=	0.3
E <sub>s</sub>	= Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	=	1400
S <sub>i(max)</sub>	= Asentamiento permisible (cm)	=	1.0
B	= Ancho del Cimiento (m)	=	2.0
I <sub>f</sub>	= Factor de Forma (m/m)	=	1.12

$S_i = 0.001 \text{ m} < 0.1 \text{ cm}$

Presion por Carga      q ( $q_{adm}$ ) = 3.5  
 Presion de Carga asumida por asentamiento      q ( $q_{adm}$ ) = 3.5

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ANÁLISIS QUÍMICO

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842

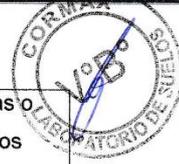


## 8.00 ANÁLISIS QUÍMICO

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua)

Presencia en el suelo	ppm	Grado de Agresividad	Observaciones
Sulfatos Solubles en agua	0-1000	Leve	Ataque directo al concreto de las estructuras
	1000-2000	Moderado	
	2000-20000	Severo	
	>20000	Muy Severo	
Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de

*Franklin Rall*  
FRANKLIN RALL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



			armaduras o elementos metálicos
Solubles Totales	>15000	Perjudicial	Ocasiona perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

Calicata	S.S.T. (ppm)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)
C-01	2970	1735	961
C-02	2945	1763	996
C-03	2930	1744	863

De los resultados de los ensayos químicos, se puede concluir que la exposición de sulfatos es Moderado.

De los resultados de los ensayos químicos, se puede concluir que la exposición de cloruros es Insignificante.

De los resultados de Sales Solubles Totales se puede concluir que no es perjudicial, no ocasionara perdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

*Franklin R. Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RALFE  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



En resumen, se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde se encuentra desplantada la cimentación contiene Moderadas concentraciones de sulfatos, por lo cual se concluye que se puede utilizar el cemento TIPO II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM),(MS), a consideración del responsable del proyecto.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y PARAMETROS SÍSMICOS

*Franklin Raga*  
FRANKLIN RAGA  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137631

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

✉ cormaxlaboratorio@gmail.com

☎ 981 845 842



## 9.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y PARAMETROS SÍSMICOS

Se ha de tener en cuenta para desarrollar el Estudio en la especialidad de Estructuras de la obra en referencia lo siguiente:

### CONDICIONES DE CIMENTACIÓN:

1. Tipo de cimentación: Vigas de cimentación, Cimientos corridos, Zapatas reforzadas
2. Estrato de apoyo de cimentación: Grava pobremente gradada(GP).
3. Profundidad mínima de cimentación respecto al nivel de semisótano :1,75 m
4. Presión admisible del terreno 3.50 Kg/cm<sup>2</sup>
5. Factor de seguridad de corte 3,00
6. Límite de distorsiones Angulares del orden de 1/300
7. Asentamiento máximo aceptable: 1 cm.
8. Agresividad del suelo: MODERADA
9. Fabricación de concreto con el tipo de cemento especificado.
10. Parámetro de diseño de la cimentación:  $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi = 33.8^\circ$
11. Recomendaciones adicionales: No debe cimentarse sobre la turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario. Esos materiales deben ser removidos en su totalidad.

*Franklin Rull*  
FRANKLIN RULL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## RESUMEN DE PARÁMETROS SÍSMICOS

1. Sistema estructural sismo-resistente

2. Coeficientes sísmicos

De zona Z (g) = 0,45

De uso U = 1.30

De suelo S = 1,05  $T_p = 0.6$  seg.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio de suelos se ha elaborado en base a la Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica de diseño Sismoresistente; para la edificación proyectada.
- El suelo presente en la profundidad activa de cimentación sugerida, está conformado por un material gravoso pobremente gradada de consistencia no plástica.
- Los registros exploratorios muestran las excavaciones realizadas, los materiales encontrados fueron extraídos a una profundidad de 3.00 m., para ser llevados al laboratorio.
- La alternativa de cimentación sugerida consiste en **vigas de cimentación, cimientos corridos y zapatas aisladas**, la cual podrá ser modificada por el ingeniero estructural dependiendo de las exigencias del proyecto. **La profundidad de cimentación sugerida es de 1.75 m, por debajo del nivel de terreno natural.**
- Si se encuentra material de relleno es la zona de cimentación, esta no se realizará por ningún motivo sobre el relleno, debiendo llegar la cimentación hasta terreno natural firme.
- Se calculó la capacidad de carga admisible del suelo de fundación, que para el caso en los cálculos estructurales se ha de hacer uso de **3.50 kg/cm<sup>2</sup>**, siendo esta una resistencia adecuada de acuerdo a los materiales encontrados y las condiciones de los mismos.

*Raúl Gómez*  
RAÚL GÓMEZ  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



- Con los valores encontrados, no se espera problemas por asentamientos ya que están por debajo de lo permisible.
- Antes de efectuar el proceso constructivo, el fondo de la cimentación deberá ser compactada previo humedecimiento, a fin de densificar el material y reducir los asentamientos.
- Se evitará la infiltración de agua que pueda afectar la cimentación después de la construcción, ya que puede producirse la reducción de la capacidad portante del terreno de fundación.
- De acuerdo a los resultados químicos se puede utilizar el cemento TIPO II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM),(MS) que se encuentre en contacto con los materiales de fundación, a consideración del responsable del proyecto..
- Se deberá controlar el recubrimiento mínimo de 3" así como impermeabilizar las paredes de concreto armado en contacto con el suelo, de ser necesario aplicar pinturas asfálticas a fin de proteger la corrosión del acero del refuerzo.
- Las instalaciones de agua y desagüe deberán construirse de tal manera que no se produzcan pérdidas de agua que afecten las características físicas mecánicas de los suelos de cimentación y por consiguiente disminuir su capacidad portante.
- Se deberá contar con un drenaje apropiado, de tal forma de mantener la humedad a la cual se realizaron los ensayos de este estudio y no variar las condiciones mecánicas del suelo de fundación.

*Franklin R. Gomez*  
FRANKLIN RAMO  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Res. CIP N° 137831



- La excavación masiva para la cimentación podría afectar a las edificaciones colindantes, por lo cual el diseño estructural deberá considerar la protección de tales edificaciones mediante calzaduras, muros- pantalla o similar.
- Se recomienda que en el caso poco probable que durante la construcción se observan suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al Proyectista para efectuar las correcciones necesarias.
- Las presentes conclusiones y recomendaciones son oportunas al proyecto en evaluación, más no se recomienda el uso de las mismas en otro proyecto sin antes hacer la consulta al especialista.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Rg3. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Franklin Paul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN PAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
REG. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## 11.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bowles J.L. (1977), "Foundation Analysis and Design", Mc crow Hill.
- Das Braja M. (1984), "Principles of Foundation Engineering", Brooks/Cole Engineering Division, Monterrey, California,
- Lambe T.W. y Whitman R\*V. (1969), "Soil Mechanics", Jhon Wiley.
- Vesic A. (1973), Análisis de [a capacidad de carga de cimentaciones supefficiales".
- JSMFD, ASCE, Vol. 99
- Terzaghi K. y Peck R.B.(1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", Jhon Wiley.
- Cámara peruana de la construcción, 'Reglamento Nacional de Construcciones".Editorial Científica S.R.L., Lima
- Geotecnia para Ingenieros, Principios básicos  
J. Martinez Vargas 1 CONCYTEC 1990
- Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones  
Dr. Jorge Alva Hurtado — Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Ingeniería
- Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones
- I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción.
- Alva Hurtado J. E, Meneses J. Y Guzmán V. (1984)," Distribución de Máxima Intensidades Sismicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ANEXOS

*Franklin Rale*  
FRANKLIN RALE  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## PANEL FOTOGRÁFICO

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 1era Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842

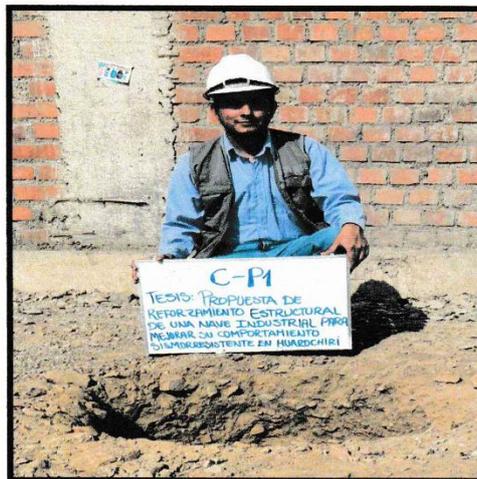
## PANEL FOTOGRAFICO



### ❖ FIGURA N° 01:

Calicata 1: Grava pobremente gradada, posee un 3.0% en promedio de material fino menor de 0.074 mm (malla N° 200), 44.0% de arena y 53.0% de grava y tiene una consistencia no plástica.

La profundidad del estudio de 3.00 m, se presenta material gravoso con poca cantidad de finos, de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un bajo contenido de humedad.



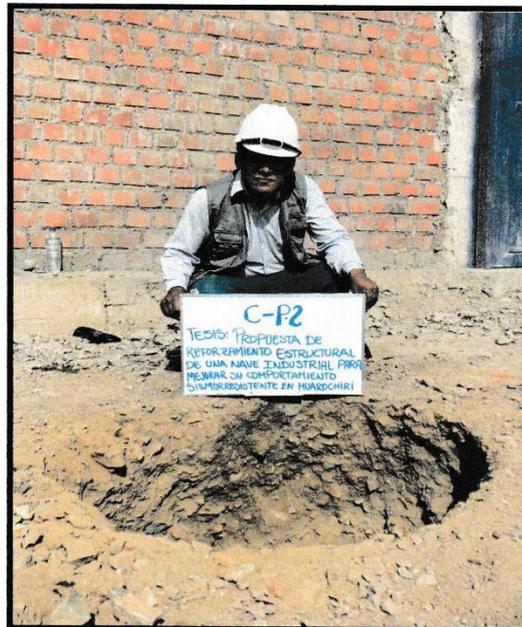
*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



❖ FIGURA N° 02:

Calicata 2: Grava pobremente gradada, posee un 3.2% en promedio de material fino menor de 0.074 mm (malla N° 200), 39.3% de arena y 57.5% de grava y tiene una consistencia no plástica.

La profundidad del estudio de 3.00 m, se presenta material gravoso con poca cantidad de finos, de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un bajo contenido de humedad.



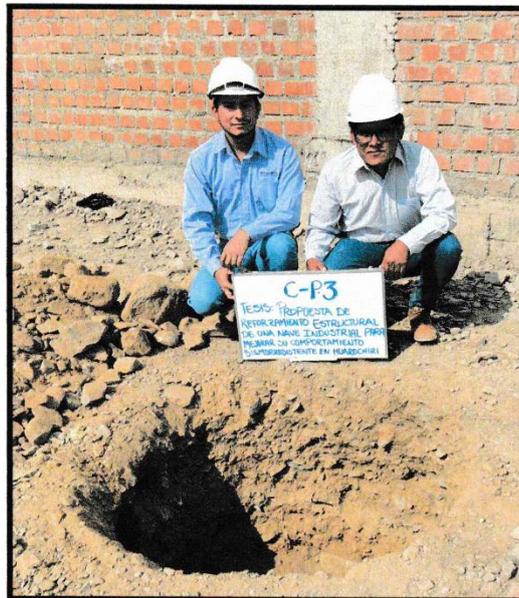
*Raúl Coméz Sapallanay*  
ING. RAÚL COMÉZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 127831



❖ FIGURA N° 03:

Calicata 3: Grava pobremente gradada, posee un 4.8% en promedio de material fino menor de 0.074 mm (malla N° 200), 34.5% de arena y 60.7% de grava y tiene una consistencia no plástica.

La profundidad del estudio de 3.00 m, se presenta material gravoso con poca cantidad de finos, de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un bajo contenido de humedad.



*Franklin Raúl Comez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
REG. C.P. N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## REGISTROS ESTRATIGRAFICOS

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



**REGISTRO DE EXCAVACION  
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PROYECTO :** PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

**MATERIAL :** Suelo - Existente

**UBICACIÓN :** SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI

**FECHA :** 28/04/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA :** 01

**PROF. (m) :** 0.00 - 3.00

PROF. (m)	ESTRATO CAPA	ESPESOR (m)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	CLASIF.		GRANULOMETRIA				CONSTANTES FISICAS			W. NAT.	
					AASHTO	SUCS	>3"	3" - N°4	N°4 - N°200	< N°200	LL	LP	IP		
0.00															
0.05															
0.10															
0.15															
0.20															
0.25															
0.30															
0.35															
0.40															
0.45															
0.50															
0.55															
0.60															
0.65															
0.70															
0.75															
0.80															
0.85															
0.90															
0.95															
1.00															
1.05															
1.10															
1.15															
1.20															
1.25															
1.30															
1.35															
1.40															
1.45															
1.50	01	3.00		Presenta material gravoso mal gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelta, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 57.5% de grava, 39.3% de arena, 3.2% de finos.	A-1-a	GP	57.5	39.3	3.2	NP	NP	NP	1.1		
1.55															
1.60															
1.65															
1.70															
1.75															
1.80															
1.85															
1.90															
1.95															
2.00															
2.05															
2.10															
2.15															
2.20															
2.25															
2.30															
2.35															
2.40															
2.45															
2.50															
2.55															
2.60															
2.65															
2.70															
2.75															
2.80															
2.85															
2.90															
2.95															
3.00															

**PANEL FOTOGRAFICO**



**OBSERVACIONES :**

NO PRESENTA NIVEL FREATICO

*Franklin Raul Gomez Sapallanay*  
**FRANKLIN RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. C.P. N° 137831



**REGISTRO DE EXCAVACION  
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PROYECTO** : PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

**MATERIAL** : Suelo - Existente

**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI

**FECHA** : 28/04/2022

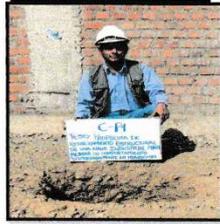
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : 02

**PROF. (m)** : 0.00 - 3.00

PROF. (m)	ESTRATO CAPA	ESPESOR (cm)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	CLASIF.		GRANULOMETRIA				CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
					AASHTO	SUCS	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	LL	LP	IP	
0.00	01	3.00		Presenta material gravoso pobremente gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 53.0% de grava, 44.0% de arena, 3.0% de finos.	--	GP	53	44.0	3.0	NP	NP	NP	--	
0.05														
0.10														
0.15														
0.20														
0.25														
0.30														
0.35														
0.40														
0.45														
0.50														
0.55														
0.60														
0.65														
0.70														
0.75														
0.80														
0.85														
0.90														
0.95														
1.00														
1.05														
1.10														
1.15														
1.20														
1.25														
1.30														
1.35														
1.40														
1.45														
1.50														
1.55														
1.60														
1.65														
1.70														
1.75														
1.80														
1.85														
1.90														
1.95														
2.00														
2.05														
2.10														
2.15														
2.20														
2.25														
2.30														
2.35														
2.40														
2.45														
2.50														
2.55														
2.60														
2.65														
2.70														
2.75														
2.80														
2.85														
2.90														
2.95														
3.00														

**PANEL FOTOGRAFICO**



**OBSERVACIONES:**

NO PRESENTA NIVEL FREATICO

*Freddy Casco*  
**ING. RAUL GOMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 R.O.C. N° 137831



**REGISTRO DE EXCAVACION  
PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PROYECTO :** PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

**MATERIAL :** Suelo - Existente

**UBICACIÓN :** SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI

**FECHA :** 28/04/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA :** 03

**PROF. (m) :** 0.00 - 3.00

N.º DE SUELO	ESTRATO CAPA	ESPESOR (m)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	CLASIF.		GRANULOMETRIA			CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
					AAHSTO	SUCS	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P.	
0.00	01	3.00		Presenta material gravoso mal gradada (GP), de color beige, sin plasticidad, de consistencia suelto, con un contenido de humedad bajo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 60.7% de grava, 34.5% de arena, 4.8% de finos.	A-1-a	GP	60.7	34.5	4.8	NP	NP	NP	0.9
0.05													
0.10													
0.15													
0.20													
0.25													
0.30													
0.35													
0.40													
0.45													
0.50													
0.55													
0.60													
0.65													
0.70													
0.75													
0.80													
0.85													
0.90													
0.95													
1.00													
1.05													
1.10													
1.15													
1.20													
1.25													
1.30													
1.35													
1.40													
1.45													
1.50													
1.55													
1.60													
1.65													
1.70													
1.75													
1.80													
1.85													
1.90													
1.95													
2.00													
2.05													
2.10													
2.15													
2.20													
2.25													
2.30													
2.35													
2.40													
2.45													
2.50													
2.55													
2.60													
2.65													
2.70													
2.75													
2.80													
2.85													
2.90													
2.95													
3.00													

**PANEL FOTOGRAFICO**



**OBSERVACIONES :**

NO PRESENTA NIVEL FREATICO

*Raúl Gómez Sapallanay*  
**RAUL GÓMEZ SAPALLANAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP: N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## ENSAYOS DE LABORATORIO

*Franklin Raúl Comez Sapallanay*  
FRANKLIN RAÚL  
COMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacarnac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**MATERIAL** : SUELO - EXISTENTE  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA  
16446 HUAROCHIRI

**FECHA** 04/05/2022

### DATOS DE LA MUESTRA

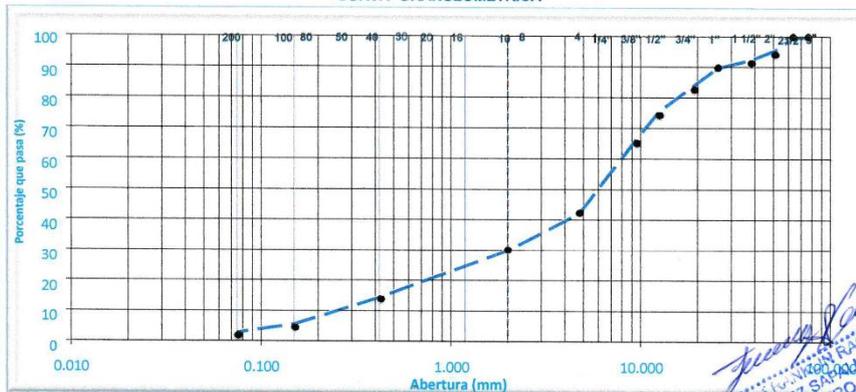
**Calicata**  
**Muestra** : 01  
**Prof. (m)** : M-01  
: 0.00 - 3.00

**Peso inicial seco** 7435.0 gr  
**Peso Arena Fracción** 520.6 gr

TAMIZ Nº	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	RESUMEN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Contenido de Humedad (%) : 1.1
2 1/2"	63.500				100.0	Límite Líquido (LL) : NP
2"	50.800	315.9	4.2	4.2	95.8	Límite Plástico (LP) : NP
1 1/2"	38.100	230.7	3.1	7.4	92.6	Índice Plástico (IP) : NP
1"	25.400	201.9	2.7	10.1	89.9	Clasificación (SUCS) : GP
3/4"	19.000	425.0	5.7	15.8	84.2	Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1/2"	12.500	631.7	8.5	24.3	75.7	Índice de Grupo : 0
3/8"	9.500	670.4	9.0	33.3	66.7	Descripción (AASHTO) : BUENO
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1801.5	24.2	57.5	42.5	
Nº 8	2.360					
Nº 10	2.000	150.9	12.3	69.8	30.2	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	188.1	15.3	85.2	14.8	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	109.1	8.9	94.1	5.9	
Nº 200	0.075	33.6	2.7	96.8	3.2	
< Nº 200	FONDO	38.9	3.2	100.0		

Observaciones

### CURVA GRANULOMETRICA



*Juan Carlos*  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NORMA MTC E - 108)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE  
UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI      FECHA : 04/05/2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01  
Muestra : M-01  
Prof. (m) : 0.00 - 3.00

DATOS	1	2	3	Promedio
Nº RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	900.0			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	890.1			
PESO DEL AGUA	9.9			
PESO DEL RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO SECO	890.1			
% DE HUMEDAD	1.1			

Observaciones:

*Francisco Raul Gomez Sapallanay*  
FRANCISCO RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. GIP N° 137631



**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**MATERIAL** : SUELO - EXISTENTE  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 04/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**  
**Calicata** : 01 **TAMAÑO MAXIMO** : N° 40  
**Muestra** : M-01  
**Prof. (m)** : 0.00 - 3.00

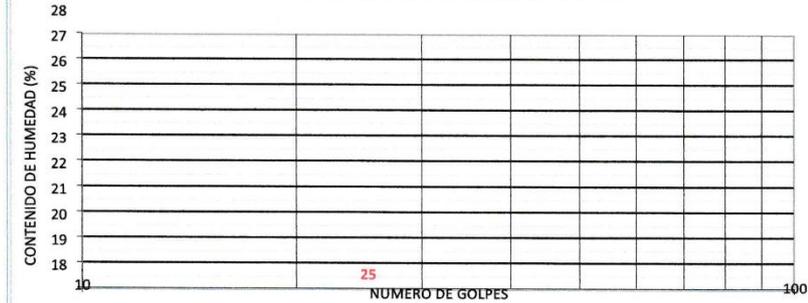
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)		NP		
PESO DEL TARRO (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)		NP		
PESO DEL TARRO (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	0.0
LIMITE PLASTICO	0
INDICE DE PLASTICIDAD	0.0

**OBSERVACIONES**

Observaciones area.

*Franklin Raúl Gomez Sapallanay*  
 FRANKLIN RAÚL GOMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 REG. CIP 147137331



## INFORME

UBICACIÓN: SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI  
 FECHA: 04/05/2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata: C-2  
 Prof. (m.): 3.00

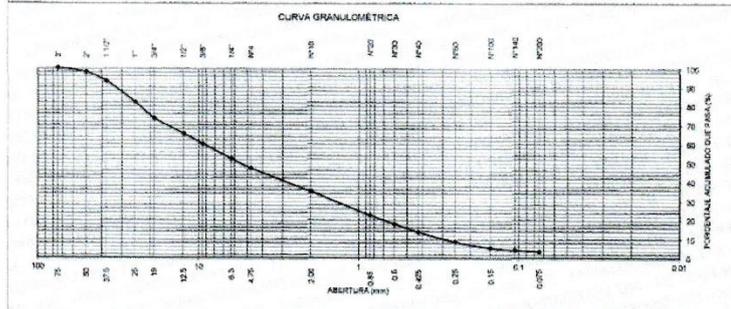
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913/ D6913M  
 Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

Tamiz	Abertura (mm)	[%] Parcial Retenido	[%] Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	75.000			100
2"	50.000	2	z	98
1 1/2"	37.500	5	7	93
1"	25.000	11	18	82
3/4"	19.000	8	27	73
1/2"	12.500	8	35	65
3/8"	9.500	5	40	60
1/4"	6.300	8	48	52
Nº4	4.750	5	53	47
Nº10	2.000	12	65	35
Nº20	0.850	13	78	22
Nº30	0.600	5	82	18
Nº40	0.425	4	87	13
Nº60	0.250	5	92	8
Nº100	0.150	3	95	5
Nº140	0.106	1	96	4
Nº200	0.075	1	97	3
FONDO		3		

% Grava	53
% Arena	44
% Finos	3

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 Procedimiento interno AT-PR.5	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

Clasificación SUCS ASTM D2487: GP



*Franzín Raúl*  
 FRANZÍN RAÚL  
 COMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP Nº 137831



## INFORME

SOLICITANTE  
PROYECTO

TOM MAVERICK ANDIA LOPEZ, VALVERDE RIVAS HERBER  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE  
EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

FECHA 04/05/2022

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080 Procedimiento interno AT-PR.9

Estado Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
Calicata C-2  
Prof. (m.) 3.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.40	6.40	6.40
Altura Inicial de la muestra (cm)	2.60	2.60	2.60
Densidad húmeda inicial (g/cmm)	1.881	1.881	1.881
Densidad seca inicial (g/cm³)	1.864	1.864	1.864
Cont. de humedad inicial (%)	0.9	0.9	0.9
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.55	2.50	2.45
Altura final de la muestra (cm)	2.54	2.49	2.44
Densidad húmeda final (g/cmm)	2.222	2.252	2.288
Densidad seca final (g/cmm)	1.909	1.948	1.990
Cont. de humedad final (%)	16.4	15.6	15.0
Esfuerzo normal (kg/cm²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm²)	0.336	0.667	1.004
Angulo de fricción interna	33.8 °		
Cohesión (kg/cm²)	0.00		

**Nota.\***

Los especímenes se remoldearon con la máxima densidad remoldeable debido a que la densidad húmeda indicada por el cliente (1.98 g/cm³) excede la capacidad del molde.

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra que fueron proporcionadas por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

*Raúl Gómez Sapallanay*  
ING. RAÚL GÓMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 157831



## INFORME

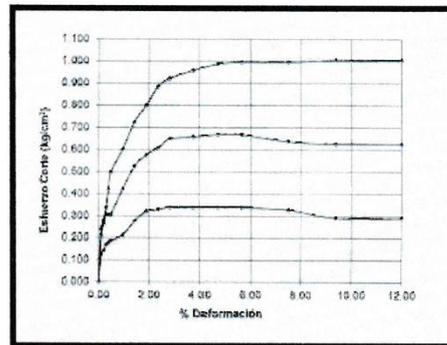
SOLICITANTE : TOM MAVERICK ANDIA LOPEZ,  
VALVERDE RIVAS HERBER

UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUAROCHIRI  
FECHA : 04/05/2022

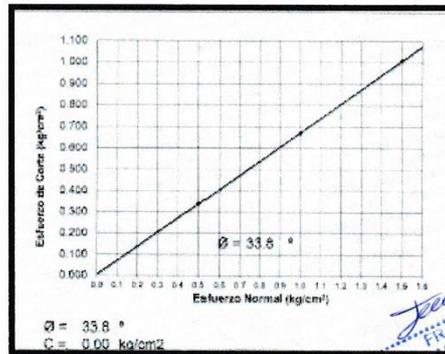
### ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080 Procedimiento Interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material « Tamiz N° 4 )  
Calicata : C-2  
Prof. (m.) : 3.00

#### DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



#### ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



*Franklin Raul*  
FRANKLIN RAUL  
SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
REG. C.P. 127831



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE  
UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE CHACLLA

FECHA : 04/05/2022

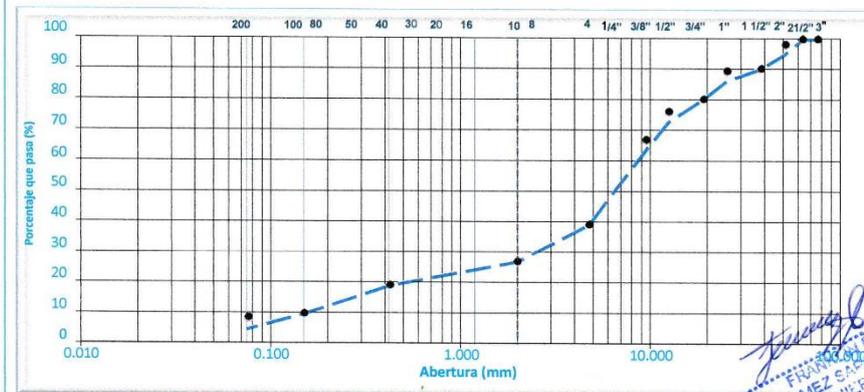
### DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 03  
Muestra : M-01  
Prof. (m) : 0.00 - 3.00

Peso inicial seco : 8163.9 gr  
Peso Arena Fracción : 500.0 gr

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	RESUMEN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Contenido de Humedad (%) : 0.9
2 1/2"	63.500				100.0	Limite Líquido (LL) : NP
2"	50.800	410.3	5.0	5.0	95.0	Limite Plástico (LP) : NP
1 1/2"	38.100	390.4	4.8	9.8	90.2	Indice Plástico (IP) : NP
1"	25.400	311.2	3.8	13.6	86.4	Clasificación (SUCS) : GP
3/4"	19.000	501.7	6.1	19.8	80.2	Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1/2"	12.500	600.8	7.4	27.1	72.9	Indice de Grupo : 0
3/8"	9.500	744.9	9.1	36.2	63.8	Descripción (AASHTO) : BUENO
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1997.5	24.5	60.7	39.3	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	155.4	12.2	72.9	27.1	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	100.6	7.9	80.8	19.2	Observaciones
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	118.3	9.3	90.1	9.9	
Nº 200	0.075	64.4	5.1	95.2	4.8	
< Nº 200	FONDO	61.3	4.8	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



*Francisco Raúl Gómez Saiz*  
FRANCISCO RAÚL GÓMEZ SAIZ  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP Nº 127831

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



MATERIAL : SUELO - EXISTENTE  
UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446 HUARACHIRI  
FECHA : 04/05/2022

### DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 03  
Muestra : M-01  
Prof. (m) : 0.00 - 3.00

DATOS	1	2	3	Promedio
Nº RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	1008.4			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	999.4			
PESO DEL AGUA	9.0			
PESO DEL RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO SECO	999.4			
% DE HUMEDAD	0.9			

Observaciones:

*Franklin Raúl Gómez Sapallamay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP i.º 137831



**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE  
 UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE CHACLLA  
 FECHA : 05/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 TAMAÑO MAXIMO : N° 40

Calicata : 03  
 Muestra : M-01  
 Prof. (m) : 0.00 - 3.00

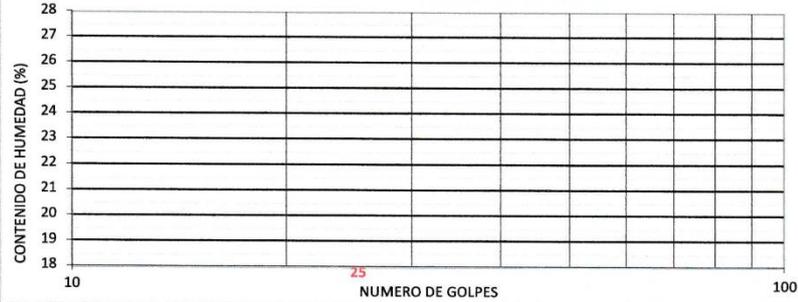
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)				
PESO DEL TARRO (gr)			NP	
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)				
PESO DEL TARRO (gr)			NP	
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	0.0
LIMITE PLASTICO	0
INDICE DE PLASTICIDAD	0.0

**OBSERVACIONES**

--

*Francisco Raúl*  
 FRANCISCO RAÚL  
 GÓMEZ SAPALLANAY  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN SUELOS  
 Reg. CIP N° 137631



## ANALISIS FISICO QUIMICO

(ASTM E 275 / AASHTO T-290 / MTC E 219 / ASTM D 1888 / NTP 339.177)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**MATERIAL** : SUELO - EXISTENTE  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446  
HUARACHIRI

### DATOS DE LA MUESTRA

**Calicata** : 01  
**Muestra** : M-01  
**Prof. (m)** : 0.00 - 3.00  
FECHA: 05/05/2022

ANALISIS DE:	SULFATOS (SO4) ASTM E 275 AASHTO T-290 (ppm)	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ASTM D 1888 (ppm)	CLORUROS NTP 339.177 (ppm)
MATERIAL: SUELO EXISTENTE	1735	2970	961

**Observaciones:**

*Franklin Raúl Gómez Sapallanay*  
FRANKLIN RAUL  
GOMEZ SAPALLANAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## ANALISIS FISICO QUIMICO

(ASTM E 275 / AASHTO T-290 / MTC E 219 / ASTM D 1888 / NTP 339.177)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**MATERIAL** : SUELO - EXISTENTE  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446  
HUAROCHIRI

### DATOS DE LA MUESTRA

**Calicata** : 02  
**Muestra** : M-01  
**Prof. (m)** : 0.00 - 3.00

FECHA: 05/05/2022

ANALISIS DE:	SULFATOS (SO4) ASTM E 275 AASHTO T-290 (ppm)	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ASTM D 1888 (ppm)	CLORUROS NTP 339.177 (ppm)
MATERIAL: SUELO EXISTENTE	1763	2945	996

**Observaciones:**

*Franklin Saul Gomez Sapallamay*  
FRANKLIN SAUL  
GOMEZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831



## ANALISIS FISICO QUIMICO

(ASTM E 275 / AASHTO T-290 / MTC E 219 / ASTM D 1888 / NTP 339.177)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**MATERIAL** : SUELO - EXISTENTE  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE CHACLLA 15446  
HUAROCHIRI

### DATOS DE LA MUESTRA

**Calicata** : 03  
**Muestra** : M-01  
**Prof. (m)** : 0.00 - 3.00  
FECHA: 05/05/2022

ANALISIS DE:	SULFATOS (SO4) ASTM E 275 AASHTO T-290 (ppm)	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ASTM D 1888 (ppm)	CLORUROS NTP 339.177 (ppm)
MATERIAL: SUELO EXISTENTE	1744	2930	863

**Observaciones:**

*Franklin Raúl Gómez Sapallamay*  
FRANKLIN RAÚL  
GÓMEZ SAPALLAMAY  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Reg. CIP N° 137831

# CORMAX

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & ASFALTO



2021

## CROQUIS DE UBICACIÓN

*Franklin Rabel*  
FRANKLIN RABEL  
ING. CIVIL EN SUELOS  
ESPECIALISTA EN SUELOS  
Res. CIP N° 137831

Mza. Q' Lote. 14 Agrupación Pachacamac  
Sector 4 Tera Etapa - Villa el Salvador

cormaxlaboratorio@gmail.com

981 845 842



## ANEXO 6. ANALISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA INICIAL

### BLOQUE A

No se realizó el análisis sísmico en el Bloque A puesto que la estructura no está concluida

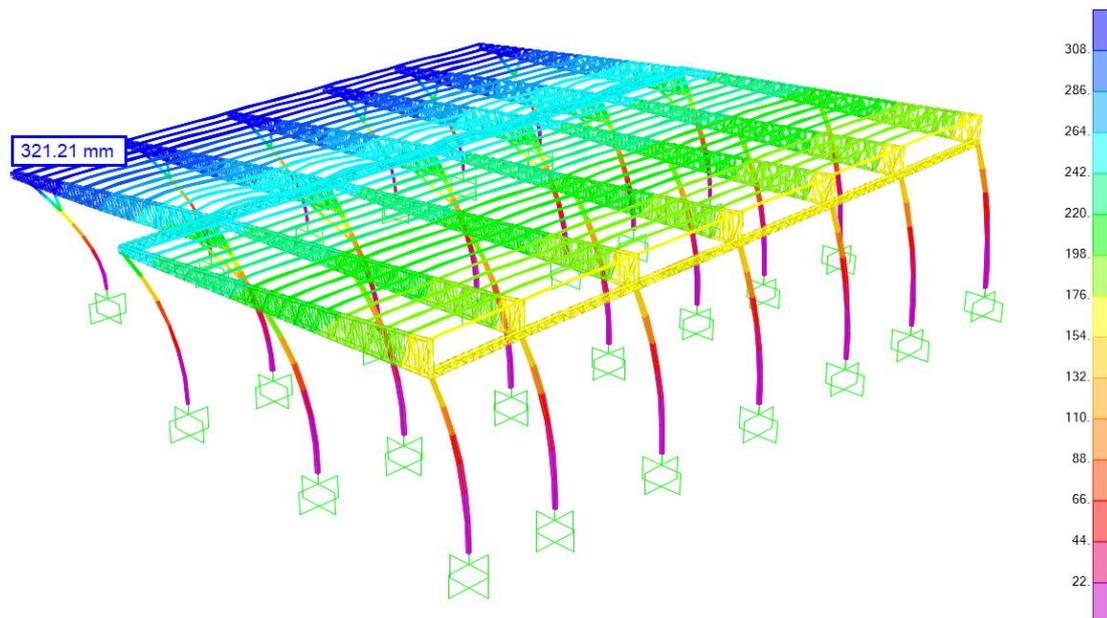
### BLOQUE B

*Parámetros sismorresistentes en estructura inicial del Bloque B*

PARAMETROS	X	Y
Z	0.45	
U	1.00	
S	1.05	
C	0.22	0.91
T	3.70 s	1.65 s
T <sub>P</sub>	0.60 s	
T <sub>L</sub>	2.00 s	
R	1.25	1.25
I <sub>a</sub>	1.00	
I <sub>p</sub>	1.00	
ZUCS/R	0.083	0.343

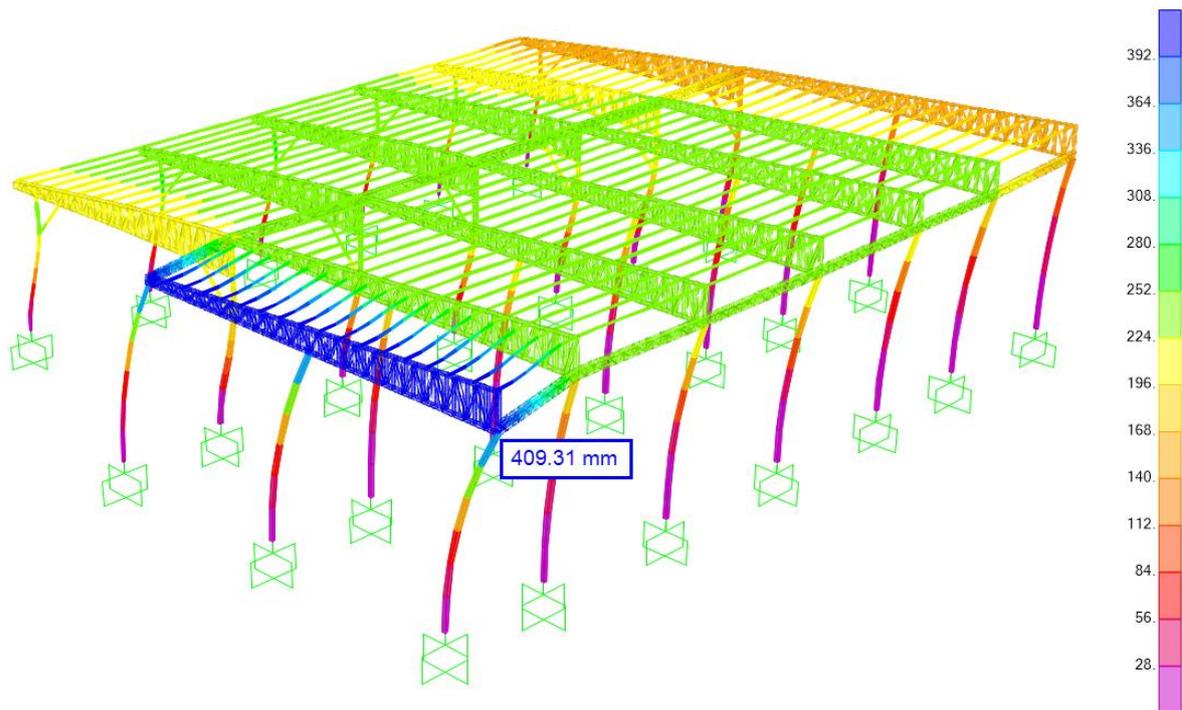
**Fuente:** Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

### Desplazamiento por carga de sismo en dirección Y



**Fuente:** Elaboración propia

### Calculo de derivas en estructura actual del Bloque B

Elemento	R	$\delta_e$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	h (mm)	$\delta_i / h$
Dir. X	1.25	321.2	341.3	11700	0.029
Dir. Y	1.25	409.3	434.9	14200	0.031

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

- $R = I_a p R_o$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- $\delta_e$  : Desplazamiento elástico
- $\delta_i = 0.75R\delta_e$  : Desplazamiento inelástico
- h : Altura de columna
- $\delta_i / h$  : Distorsión o Deriva

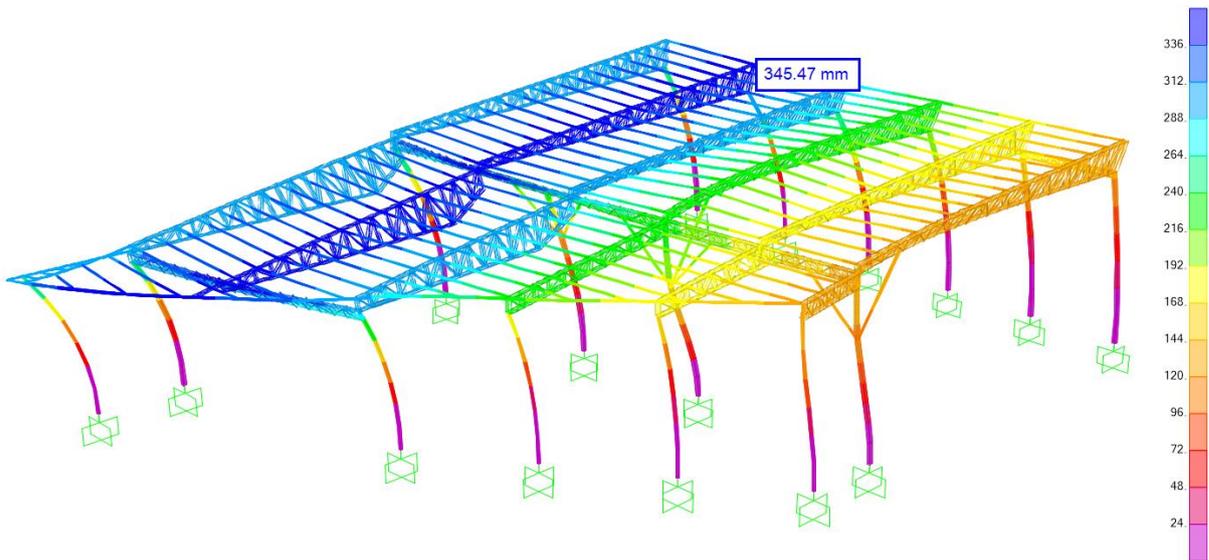
## BLOQUE C

*Parámetros sismorresistentes en estructura actual del Bloque C*

PARAMETROS	X	Y
Z	0.45	
U	1.00	
S	1.05	
C	0.28	0.03
T	3.25 s	10.70 s
T <sub>P</sub>	0.60 s	
T <sub>L</sub>	2.00 s	
R	1.13	1.13
l <sub>a</sub>	1.00	
l <sub>p</sub>	0.90	
ZUCS/R	0.119	0.011

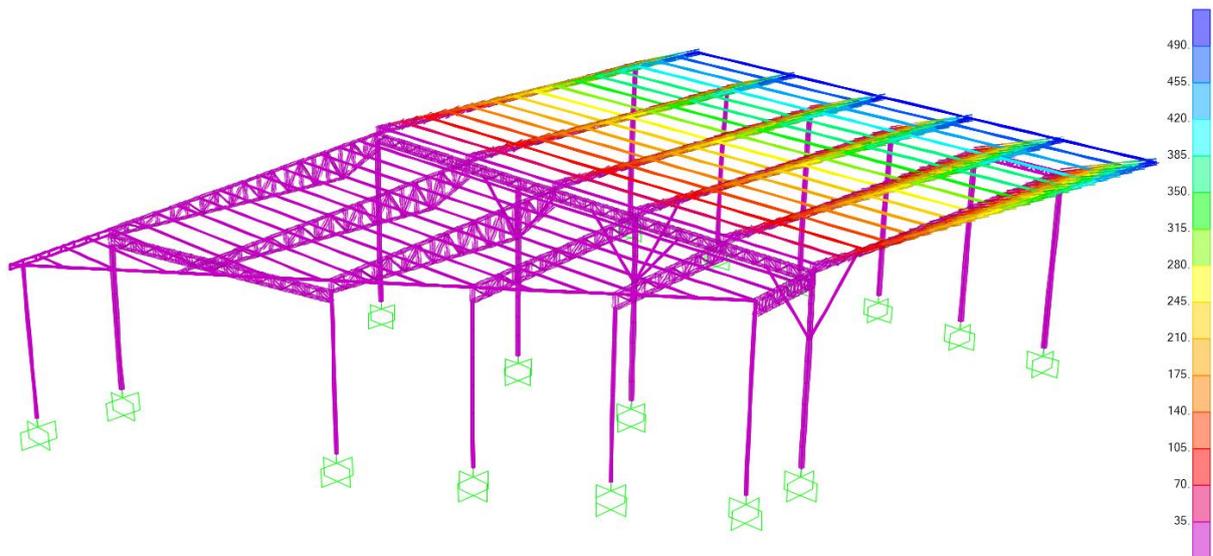
**Fuente:** Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

### Desplazamiento por carga de sismo en dirección Y



**Fuente:** Elaboración propia

\*Se observa que, debido a la falta de riostras horizontales, la armadura falla por la acción del sismo, por lo tanto, no se calcularon las distorsiones en esa dirección.

#### Calculo de derivas en estructura actual del Bloque C

Elemento	R	$\delta_e$ (mm)	$\delta_i$ (mm)	h (mm)	$\delta_i / h$
Dir. X	1.13	345.5	330.4	14200	0.023
Dir. Y	1.13	-	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

- $R = I_a p R_o$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- $\delta_e$  : Desplazamiento elástico
- $\delta_i = 0.85R\delta_e$  : Desplazamiento inelástico
- h : Altura de columna
- $\delta_i / h$  : Distorsión o Deriva

## ANEXO 7. ANALISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA

### BLOQUE A

#### *Bloque A – Parámetros sismorresistentes*

PARAMETROS	X	Y
Z	0.45	
U	1.00	
S	1.05	
C	2.50	2.50
T	0.58 s	0.48 s
T <sub>P</sub>	0.60 s	
T <sub>L</sub>	2.00 s	
R	1.25	4.00
l <sub>a</sub>	1.00	
l <sub>p</sub>	1.00	
ZUCS/R	0.945	0.295

**Fuente:** Elaboración propia

#### *Bloque A – Periodos y masas participativas*

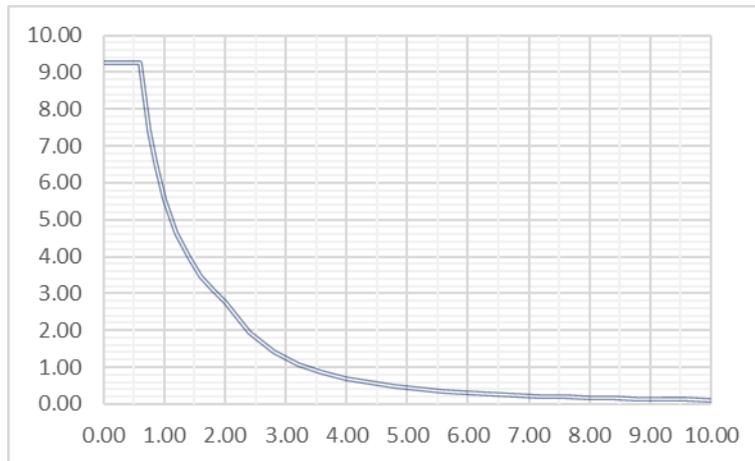
**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.582	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.570	0.00	0.00	0.76	0.90	0.00	0.76
MODAL	Mode	3	0.547	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.76
MODAL	Mode	4	0.510	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00	0.76
MODAL	Mode	5	0.482	0.00	0.91	0.00	0.91	0.91	0.76
MODAL	Mode	6	0.471	0.00	0.00	0.00	0.91	0.91	0.76
MODAL	Mode	7	0.360	0.00	0.01	0.15	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	8	0.234	0.00	0.00	0.00	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	9	0.219	0.00	0.00	0.00	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	10	0.215	0.00	0.00	0.00	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	11	0.209	0.00	0.00	0.00	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	12	0.200	0.00	0.00	0.00	0.91	0.92	0.91
MODAL	Mode	13	0.192	0.00	0.00	0.00	0.91	0.93	0.91
MODAL	Mode	14	0.188	0.00	0.00	0.00	0.91	0.93	0.91
MODAL	Mode	15	0.186	0.00	0.00	0.00	0.91	0.93	0.91

**Fuente:** Elaboración propia

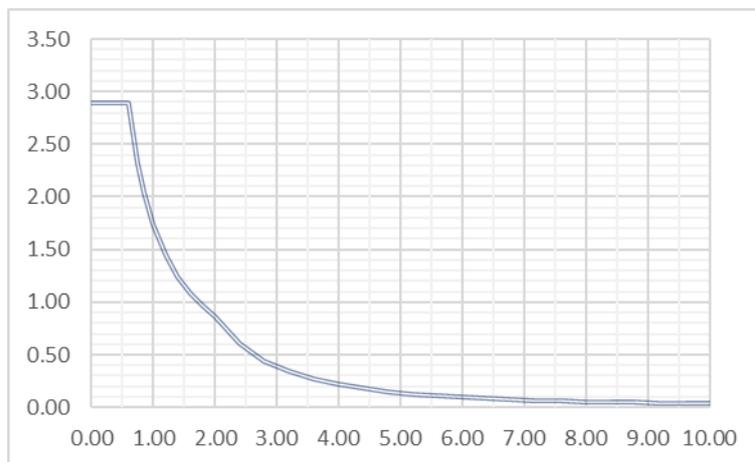
## Espectros de diseño

*Bloque A – Espectro de diseño dirección X – X*



Fuente: Elaboración propia

*Bloque A – Espectro de diseño dirección Y – Y*



Fuente: Elaboración propia

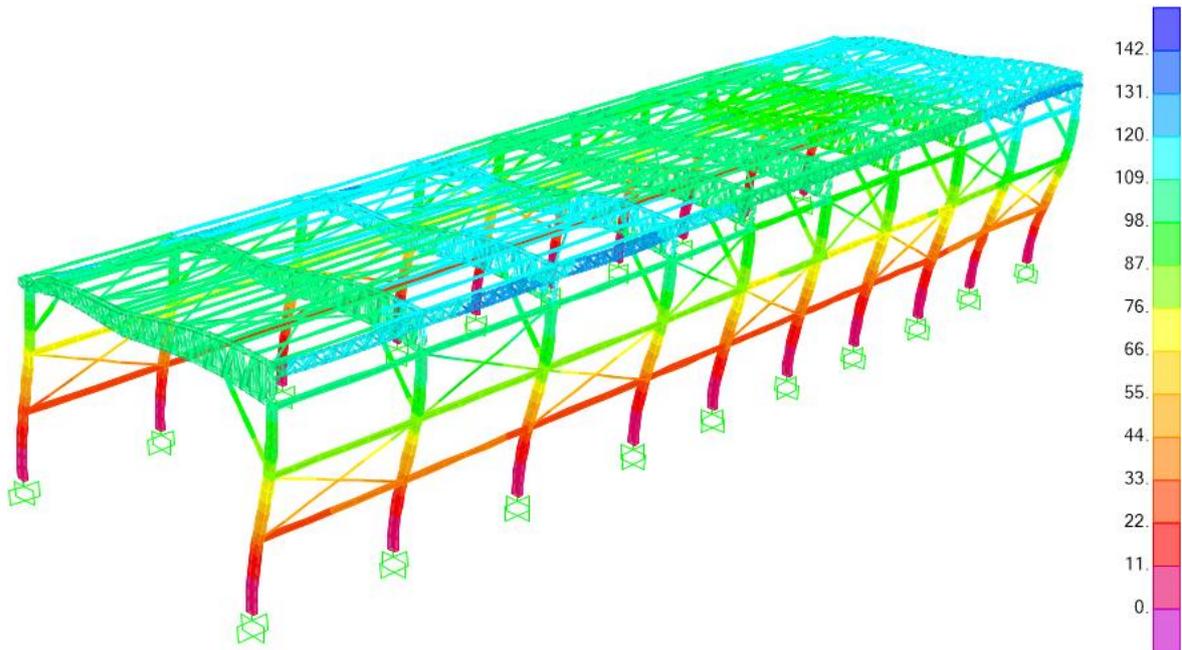
## Factor de Escala

*Bloque A – Factor de escala*

	V. Estático kN	V. Dinámico kN	F.E.
Dir. X	915.0	826.8	1.00
Dir. Y	285.6	261.3	1.00

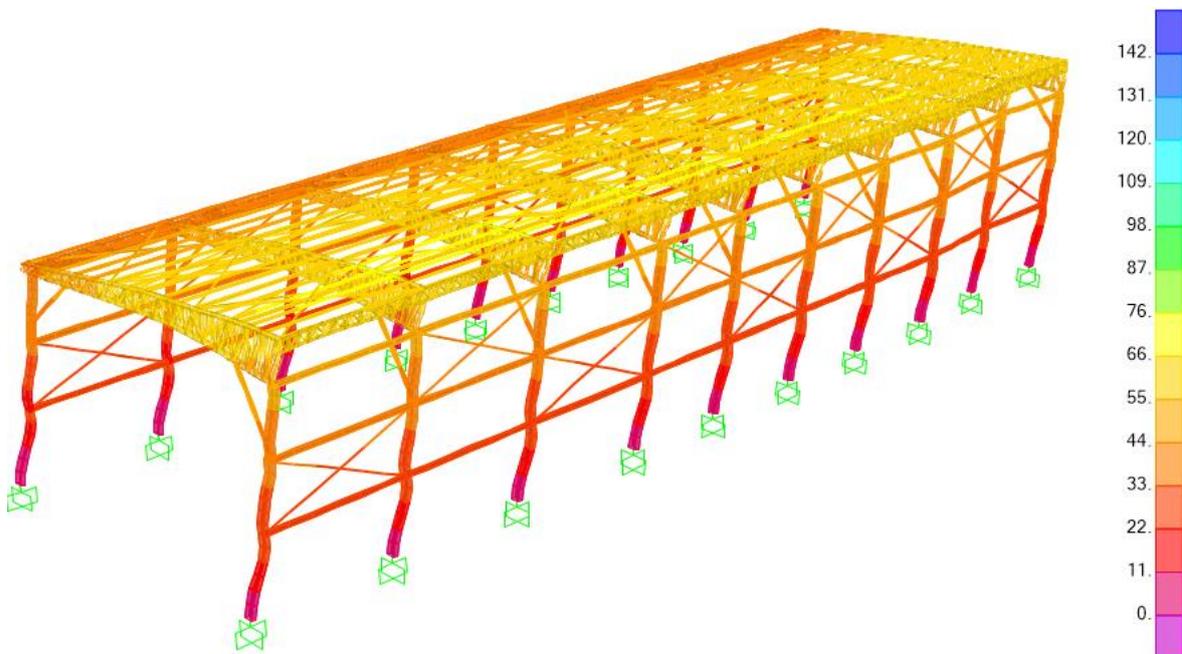
Fuente: Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección Y*



**Fuente:** Elaboración propia

*Calculo de derivas en estructura reforzada del Bloque A*

Elemento	R	$\delta_i$ (mm)	h (mm)	Deriva
Dir. X	1.25	114.30	14200	0.008
Dir. Y	4.00	71.77	14200	0.005

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

- $R = I_a I_p R_o$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- $\delta_e$  : Desplazamiento elástico
- $\delta_i = 0.75 R \delta_e$  : Desplazamiento inelástico
- h : Altura de columna
- $\delta_i / h$  : Distorsión o Deriva

## BLOQUE B

### *Bloque B – Parámetros sismorresistentes*

PARAMETROS	X	Y
Z	0.45	
U	1.00	
S	1.05	
C	2.50	2.50
T	0.44 s	0.58 s
T <sub>P</sub>	0.60 s	
T <sub>L</sub>	2.00 s	
R	4.00	1.25
la	1.00	
lp	1.00	
ZUCS/R	0.295	0.945

**Fuente:** Elaboración propia

### *Bloque B – Periodos y masas participativas*

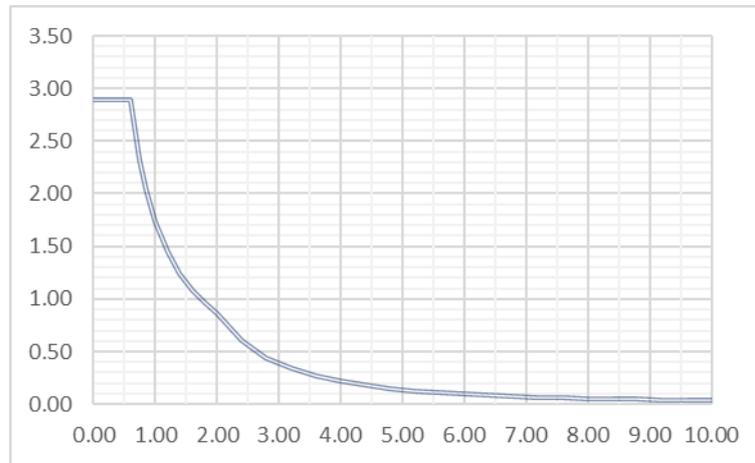
**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.575	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00
MODAL	Mode	2	0.463	0.00	0.00	0.90	0.00	0.92	0.90
MODAL	Mode	3	0.435	0.96	0.00	0.01	0.96	0.92	0.90
MODAL	Mode	4	0.300	0.01	0.00	0.03	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	5	0.243	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	6	0.227	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	7	0.224	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	8	0.221	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	9	0.219	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	10	0.217	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	11	0.205	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	12	0.197	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	13	0.197	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	14	0.190	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93
MODAL	Mode	15	0.189	0.00	0.00	0.00	0.97	0.92	0.93

**Fuente:** Elaboración propia

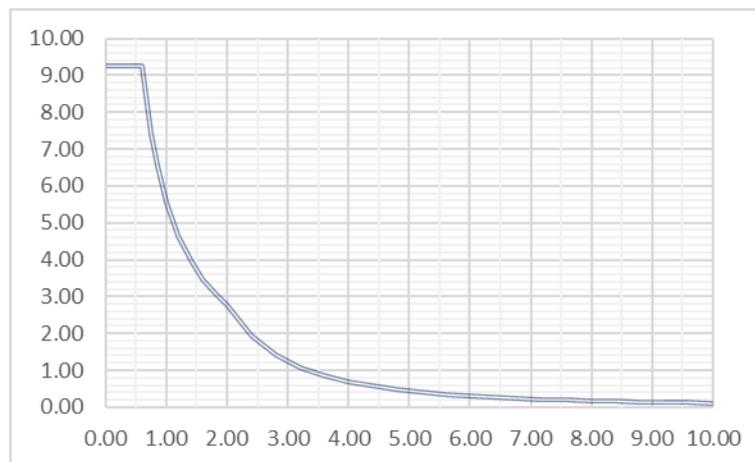
## Espectros de diseño

*Bloque B – Espectro de diseño dirección X – X*



Fuente: Elaboración propia

*Bloque B – Espectro de diseño dirección X – X*



Fuente: Elaboración propia

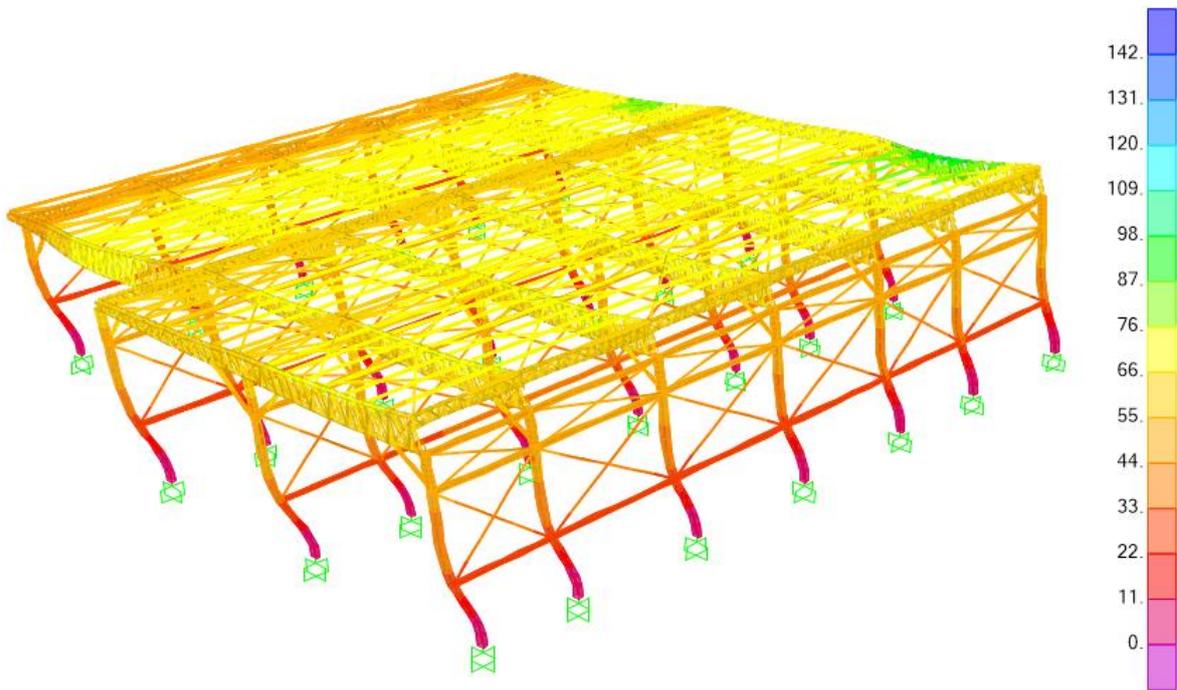
## Factor de Escala

*Bloque B – Factor de escala*

	V. Estático kN	V. Dinámico kN	F.E.
<b>Dir. X</b>	406.4	391.6	1.00
<b>Dir. Y</b>	1300.5	1196.8	1.00

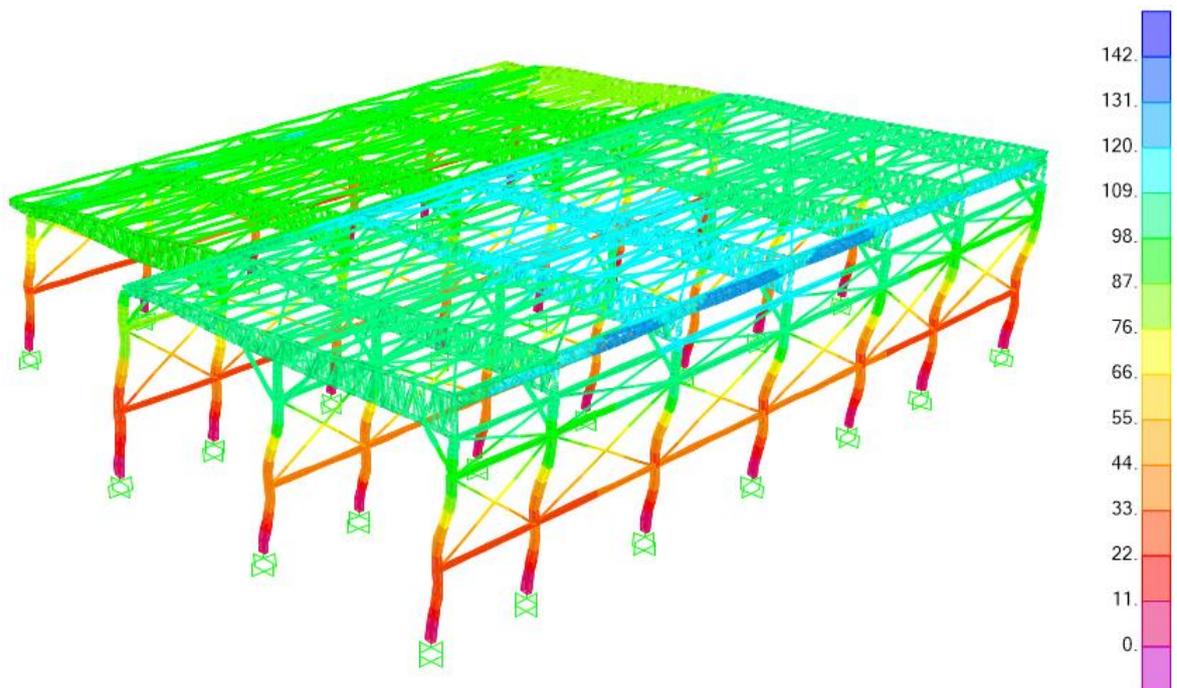
Fuente: Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección Y*



**Fuente:** Elaboración propia

*Calculo de derivas en estructura reforzada del Bloque B*

Elemento	R	$\delta_i$ (mm)	h (mm)	Deriva
Dir. X	4.00	65.01	14200	0.005
Dir. Y	1.25	117.91	14200	0.008

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

- $R = I_a \rho R_o$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- $\delta_i$  : Desplazamiento inelástico
- h : Altura de columna
- $\delta_i / h$  : Distorsión o Deriva

## BLOQUE C

### *Bloque C – Parámetros sismorresistentes*

PARAMETROS	X	Y
Z	0.45	
U	1.00	
S	1.05	
C	2.14	2.50
T	0.65 s	0.49 s
T <sub>P</sub>	0.60 s	
T <sub>L</sub>	2.00 s	
R	1.13	3.60
I <sub>a</sub>	1.00	
I <sub>p</sub>	0.90	
ZUCS/R	0.972	0.328

**Fuente:** Elaboración propia

### *Bloque C – Periodos y masas participativas*

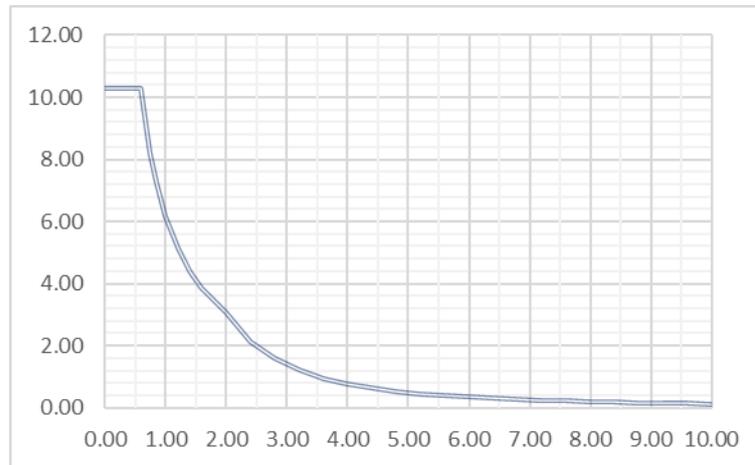
TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNumber	Period	UX	UY	RZ	SumU X	SumU Y	SumR Z
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless s	Unitless s	Unitless s	Unitless s	Unitless s	Unitless s
MODAL	Mode	1	0.648	0.64	0.20	0.04	0.64	0.20	0.04
MODAL	Mode	2	0.486	0.08	0.61	0.22	0.72	0.81	0.26
MODAL	Mode	3	0.422	0.00	0.00	0.02	0.72	0.81	0.27
MODAL	Mode	4	0.396	0.04	0.00	0.01	0.76	0.81	0.28
MODAL	Mode	5	0.364	0.00	0.00	0.00	0.76	0.81	0.28
MODAL	Mode	6	0.349	0.14	0.08	0.53	0.91	0.88	0.82
MODAL	Mode	7	0.321	0.01	0.00	0.02	0.92	0.89	0.84
MODAL	Mode	8	0.298	0.00	0.00	0.00	0.92	0.89	0.84
MODAL	Mode	9	0.281	0.00	0.00	0.03	0.92	0.89	0.87
MODAL	Mode	10	0.252	0.00	0.00	0.00	0.92	0.89	0.87
MODAL	Mode	11	0.248	0.00	0.00	0.02	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	12	0.229	0.00	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	13	0.227	0.01	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	14	0.211	0.00	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	15	0.202	0.00	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	16	0.193	0.00	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	17	0.187	0.00	0.00	0.00	0.93	0.89	0.89
MODAL	Mode	18	0.183	0.00	0.03	0.00	0.93	0.91	0.89
MODAL	Mode	19	0.182	0.00	0.01	0.00	0.93	0.93	0.89
MODAL	Mode	20	0.178	0.00	0.00	0.00	0.94	0.93	0.89
MODAL	Mode	21	0.170	0.00	0.00	0.00	0.94	0.93	0.90

**Fuente:** Elaboración propia

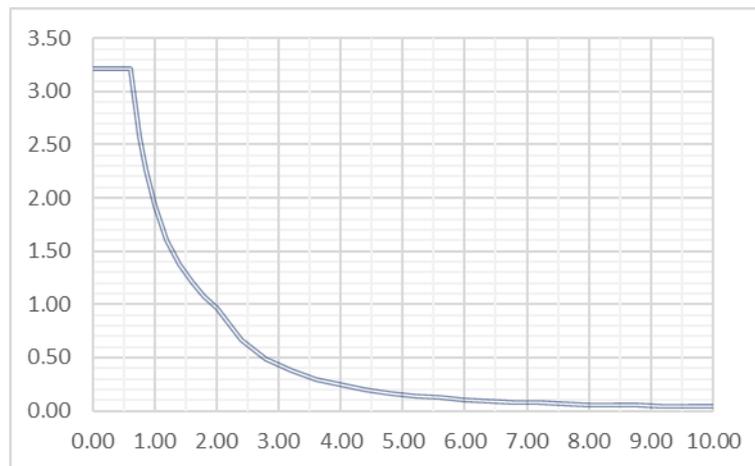
## Espectros de diseño

*Bloque C – Espectro de diseño dirección X – X*



Fuente: Elaboración propia

*Bloque C – Espectro de diseño dirección X – X*



Fuente: Elaboración propia

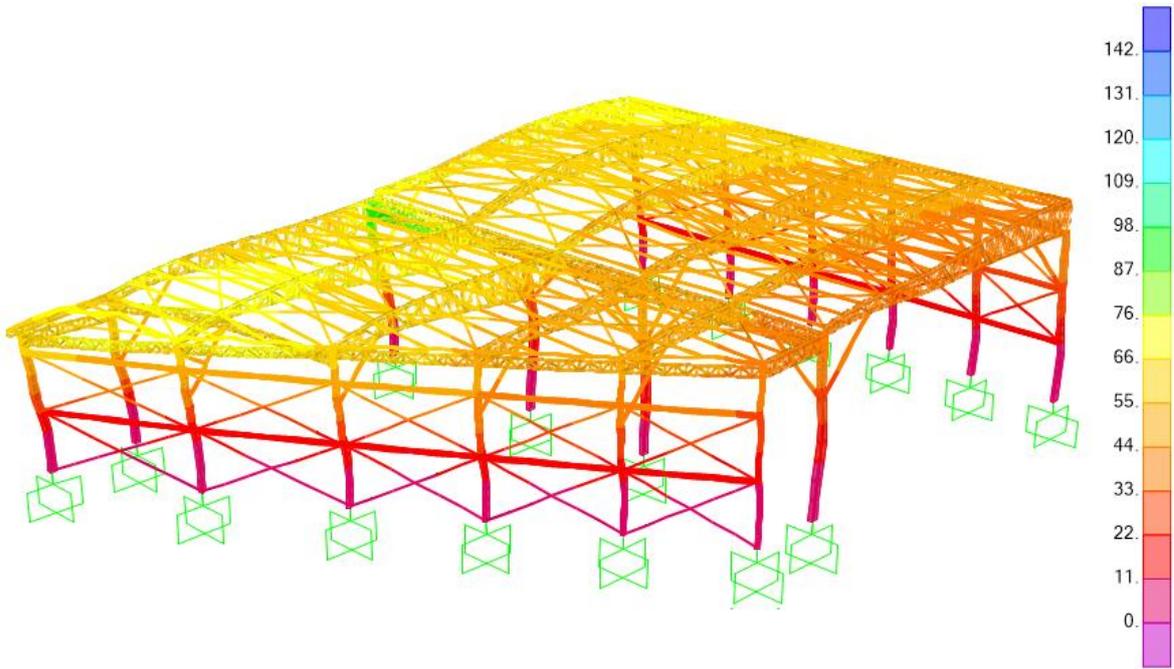
## Factor de Escala

*Bloque C – Factor de escala*

	V. Estático kN	V. Dinámico kN	F.E.
Dir. X	872.3	604.5	1.30
Dir. Y	294.4	197.2	1.34

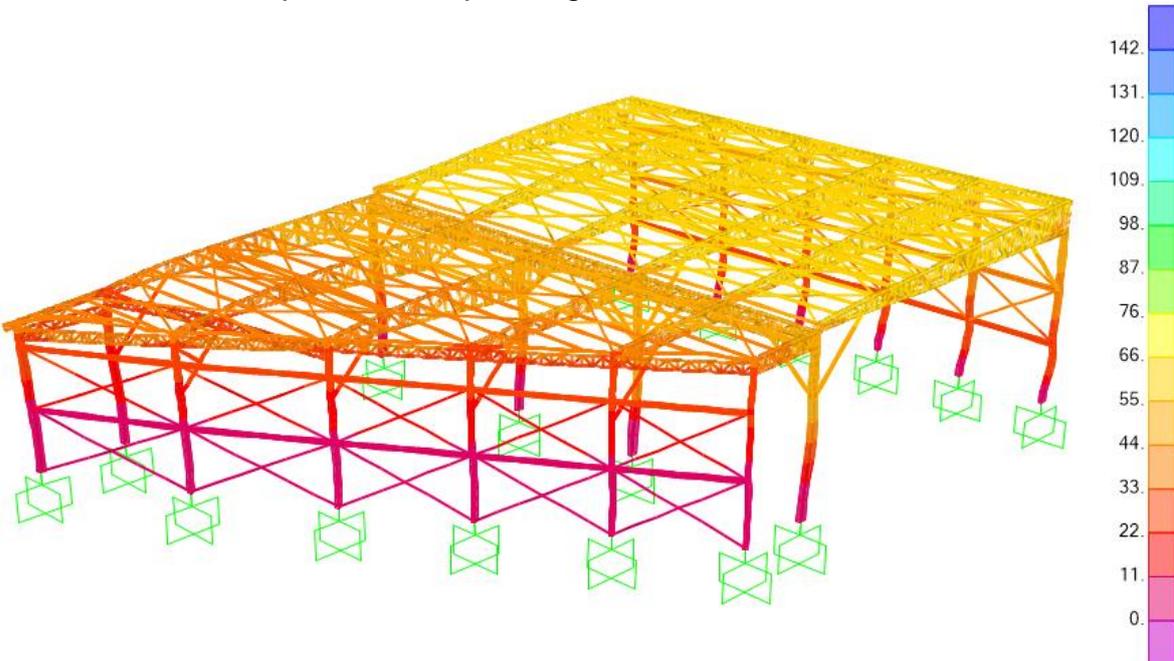
Fuente: Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

*Desplazamiento por carga de sismo en dirección Y*



**Fuente:** Elaboración propia

*Calculo de derivas en estructura actual del Bloque C*

Elemento	R	$\delta_i$ (mm)	h (mm)	Deriva
Dir. X	1.13	82.00	14200	0.005
Dir. Y	3.60	117.91	14200	0.008

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

- $R = I_a I_p R_o$  : Factor de reducción de fuerzas sísmicas
- $\delta_e$  : Desplazamiento elástico
- $\delta_i = 0.85 R \delta_e$  : Desplazamiento inelástico
- h : Altura de columna
- $\delta_i / h$  : Distorsión o Deriva

## **ANEXO 8. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL**

Para el desarrollo del cálculo estructural se tomó las siguientes consideraciones:

### **Columnas:**

Conservadoramente se asumió el factor  $C_b$  igual a 1.00, Además se tomó el factor  $L$  en relación al momento mayor igual a 1.00, lo cual significa que la longitud de pandeo del elemento es igual a la longitud total sin reducciones. No obstante, el factor  $L$  en relación al momento menor si considera reducciones, esto debido a la incorporación de vigas intermedias que disminuyen la longitud de pandeo de la columna. Así mismo, el factor de longitud efectiva  $K$  se consideró igual a 1.00 para todos los casos.

### **Armaduras:**

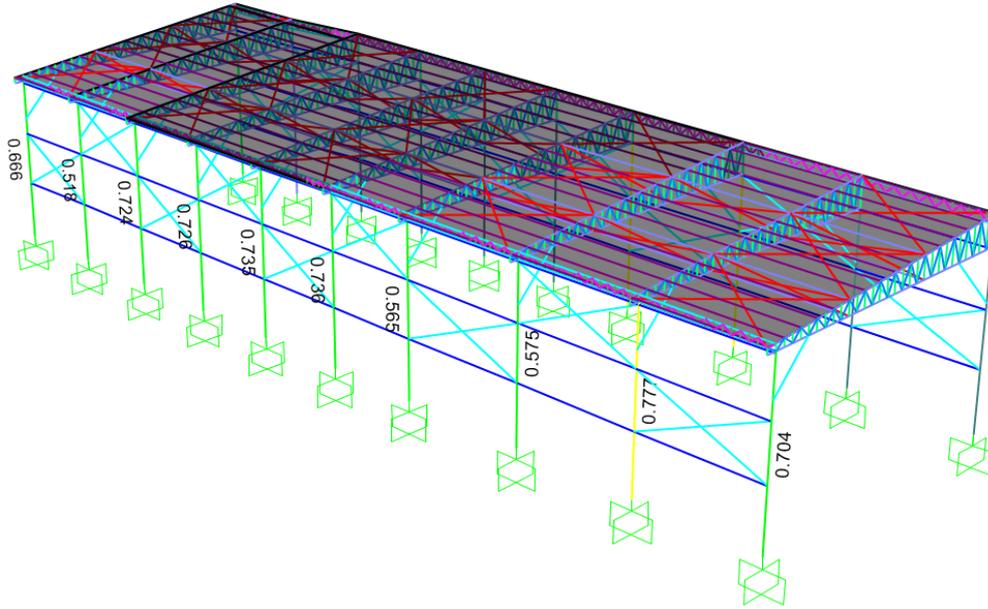
Se asumió que los elementos de las armaduras se comportan como una sección armada. Se consideró que presenta articulaciones en los extremos de todos sus elementos, el diseño se realizó para fuerzas axiales de compresión y tracción. Así mismo, el factor de longitud efectiva  $K$  se consideró igual a 1.00 para todos los casos.

### **Templadores o riostras:**

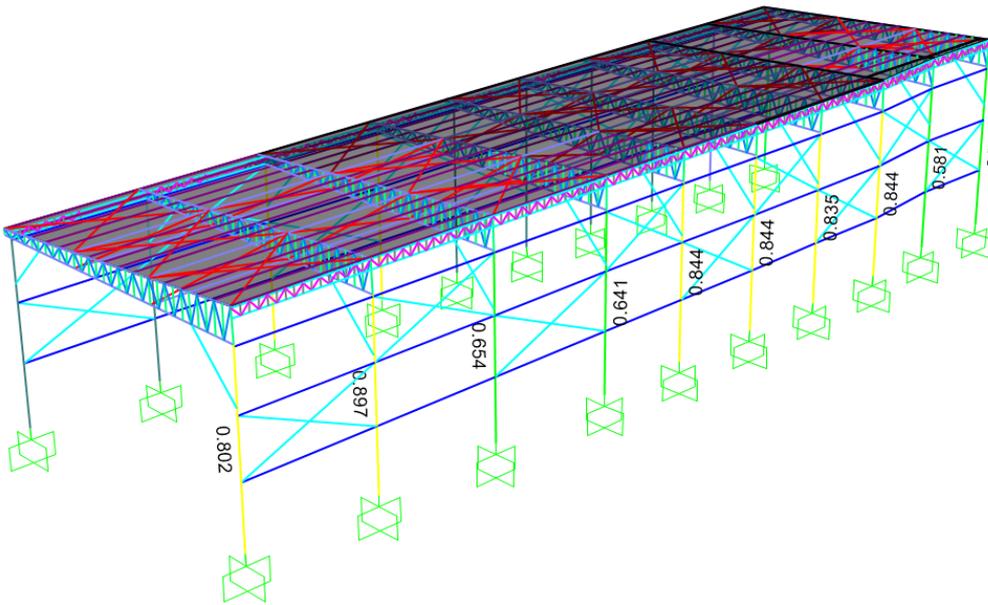
Se consideró que solo resisten esfuerzos axiales de tensión y que sus extremos están articulados, además, acorde con la norma peruana E.090, no se tomara en cuenta la relación de esbeltez por tratarse de varillas. Así mismo, el factor de longitud efectiva  $K$  se consideró igual a 1.00 para todos los casos.

# BLOQUE A

## COLUMNAS EN EJE 1

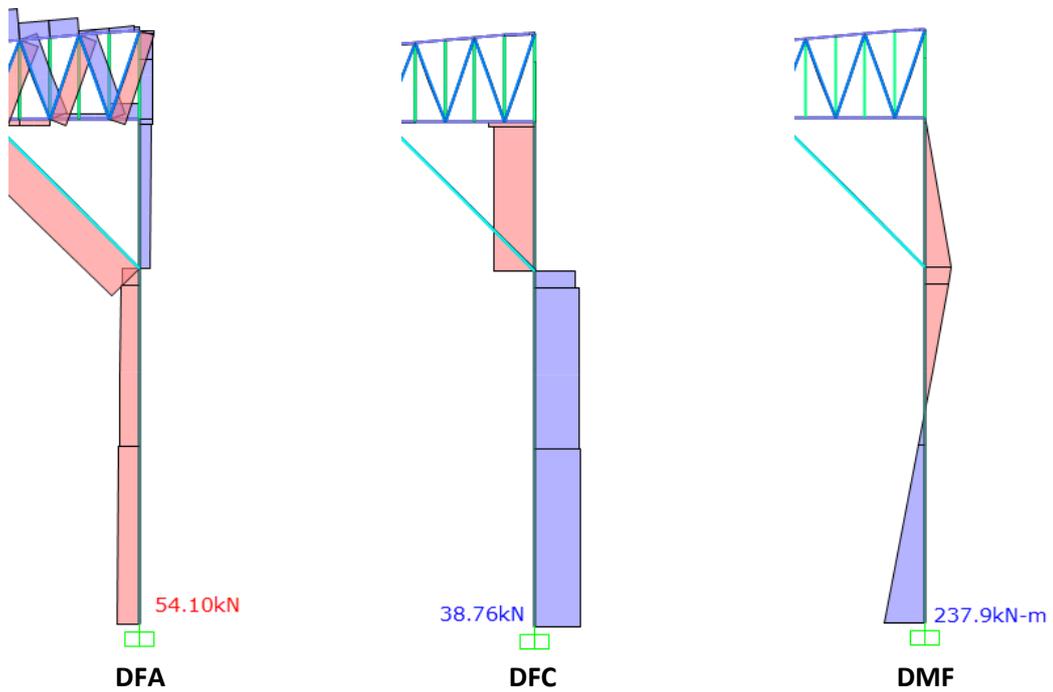


## COLUMNAS EN EJE 2



# Proceso de cálculo de columna CR – 01

Combinación crítica: 1.2D+1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 11  
 Design Code: AISC-LRFD93  
 Analysis Section: CR - 01 (500X300X6)  
 Design Section: CR - 01 (500X300X6)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.6L	9.53	0.082 (C)	= 0.007 + 0.073 + 0.001	0.007	0.000
1.2D+1.6L	10.86	0.102 (C)	= 0.007 + 0.094 + 0.000	0.007	0.000
1.2D+1.6L	10.86	0.098 (C)	= 0.002 + 0.094 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.006 (C)	= 0.002 + 0.005 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.006 (C)	= 0.001 + 0.004 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.20	0.001 (C)	= 0.001 + 0.000 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.0E	0.00	0.746 (C)	= 0.015 + 0.729 + 0.003	0.052	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
 Display Details for Selected Item: Details  
 Display Complete Details: Tabular Data

Strength  Deflection   
 OK Cancel

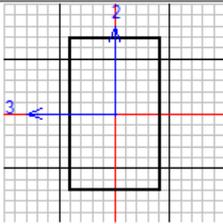
Stylesheet: Default  
 Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0E  
 Units : KN, mm, C

Frame : 11                      Design Sect: CR - 01 (500X300X6)  
 X Mid : 23410.000            Design Type: Column  
 Y Mid : 78770.000            Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 7100.000             Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000         Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                  RLLF : 1.000

Area : 9456.000                SMajor : 1343429.888        rMajor : 188.462            AVMajor: 6000.000  
 IMajor : 335857472.0        SMinor : 1023732.480       rMinor : 127.434            AVMinor: 3600.000  
 IMinor : 153559872.000      ZMajor : 1603632.000       E : 200.000  
 Ixy : 0.000                  ZMinor : 1130832.000       Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-54.098	237943.463	-501.003	38.755	-0.155	234.153

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.746	= 0.015	+ 0.729	+ 0.003	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-54.098	1824.623	2938.641

**MOMENT DESIGN**

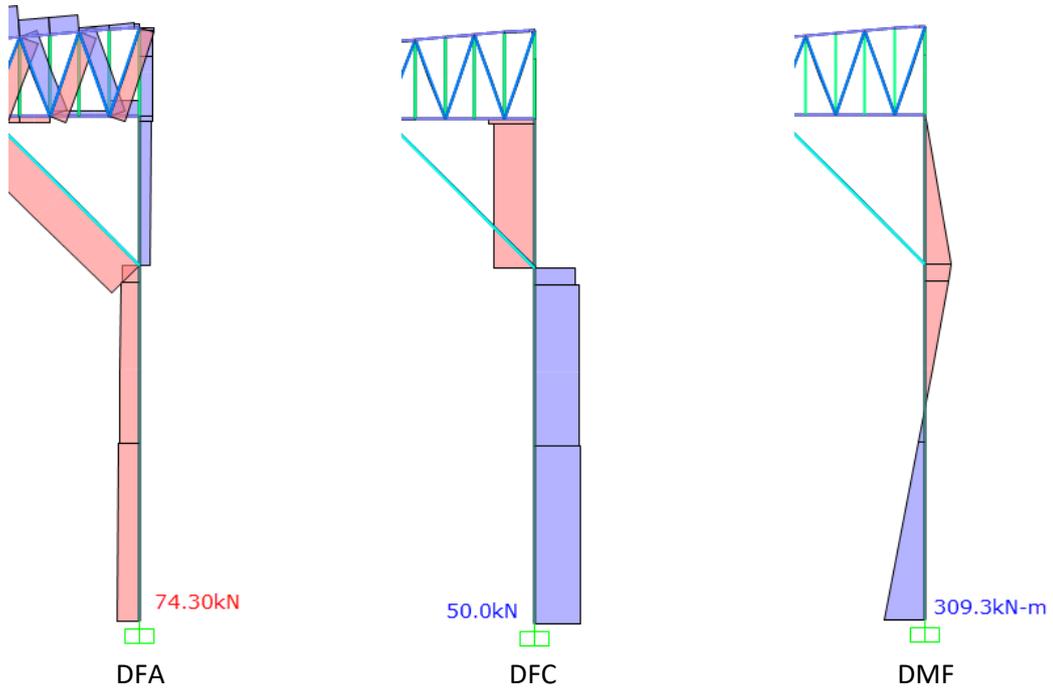
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	237943.463	326600.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-501.003	193000.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.352	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	38.755	742.933	0.052	OK	0.000
Minor Shear	0.155	671.263	0.000	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 02

Combinación crítica: 1.2D+1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 10      Analysis Section: CR - 02 (500X300X8)  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: CR - 02 (500X300X8)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.6L	9.53	0.079 (C)	= 0.008 + 0.069 + 0.001	0.006	0.000
1.2D+1.6L	10.86	0.099 (C)	= 0.008 + 0.090 + 0.000	0.006	0.000
1.2D+1.6L	10.86	0.094 (C)	= 0.003 + 0.090 + 0.000	0.010	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.006 (C)	= 0.002 + 0.004 + 0.000	0.010	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.006 (C)	= 0.001 + 0.004 + 0.000	0.010	0.000
1.2D+1.6L	14.20	0.001 (C)	= 0.001 + 0.000 + 0.000	0.010	0.000
1.2D+1.0E	0.00	0.581 (C)	= 0.015 + 0.563 + 0.002	0.034	0.000

Strength     
  Deflection     
      
      

Stylesheet: Default

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾

**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

---

Frame : 10	Design Sect: CR - 02 (500X300X8)	
X Mid : 23410.000	Design Type: Column	
Y Mid : 70970.000	Frame Type : Braced Frame	
Z Mid : 7100.000	Sect Class : Slender	
Length : 14200.000	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3	
Loc : 0.000	RLLF : 1.000	

Area : 12544.000	SMajor : 1766702.421	rMajor : 187.644	AVMajor: 8000.000
IMajor : 441675605.3	SMinor : 1340749.369	rMinor : 126.620	AVMinor: 4800.000
IMinor : 201112405.33	ZMajor : 2117824.000	E : 200.000	
Ixy : 0.000	ZMinor : 1490624.000	Fy : 0.345	

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-74.300	309313.310	-652.570	50.003	-0.201	-690.349

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-lb)	0.581	= 0.015	+ 0.563	+ 0.002	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

Axial	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
	-74.300	2420.763	3898.299

**MOMENT DESIGN**

Major Moment	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	309313.310	549100.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-652.570	305600.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.352	

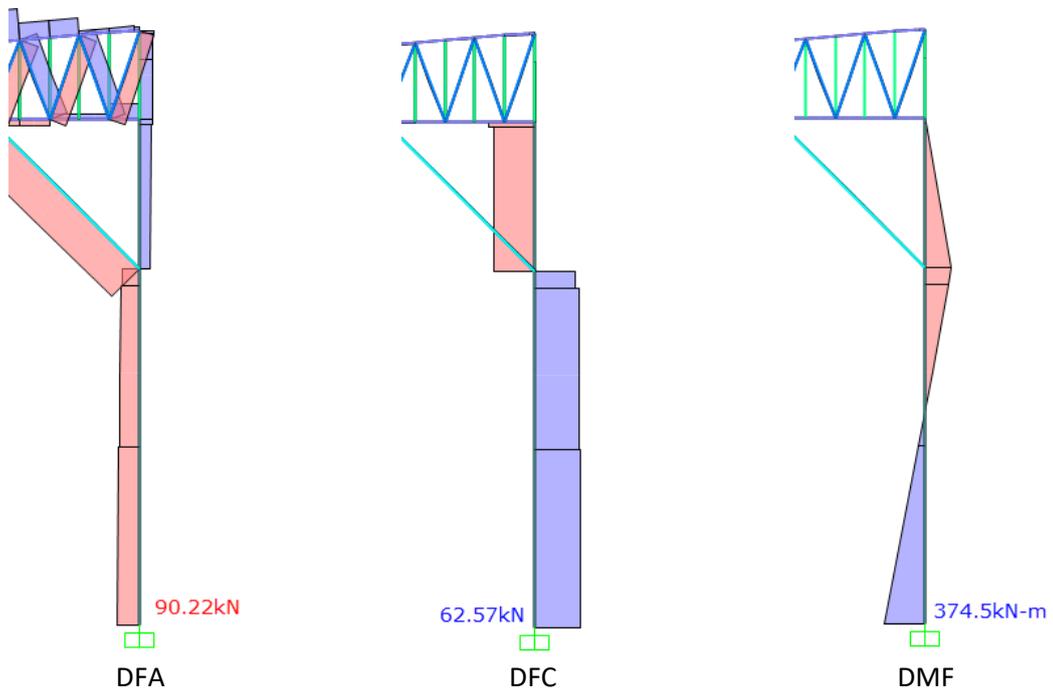
  

**SHEAR DESIGN**

Major Shear	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	50.003	1456.843	0.034	OK	0.000
Minor Shear	0.201	895.018	0.000	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 03

Combinación crítica: 1.2D+1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 62      Analysis Section: CR - 03 (600X300X6)  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: CR - 03 (600X300X6)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.6L	9.53	0.153 (C)	= 0.011 + 0.142 + 0.000	0.020	0.000
1.2D+1.6L	10.02	0.167 (C)	= 0.011 + 0.156 + 0.000	0.020	0.000
1.2D+1.6L	10.02	0.161 (C)	= 0.004 + 0.156 + 0.000	0.026	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.009 (C)	= 0.003 + 0.005 + 0.000	0.026	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.008 (C)	= 0.002 + 0.006 + 0.000	0.026	0.000
1.2D+1.6L	14.20	0.002 (C)	= 0.002 + 0.000 + 0.000	0.026	0.000
1.2D+1.0E	0.00	0.897 (C)	= 0.020 + 0.872 + 0.005	0.102	0.000

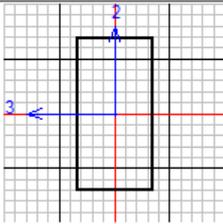
             
              
 Strength       Deflection                  Stylesheet: Default

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 62                      Design Sect: CR - 03 (600X300X6)  
 X Mid : 24250.000            Design Type: Column  
 Y Mid : 10730.000            Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 7100.000             Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000        Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                 RLLF : 1.000

Area : 10656.000            SMajor : 1736202.240        rMajor : 221.087            AVMajor: 7200.000  
 IMajor : 520860672.0       SMinor : 1196628.480       rMinor : 129.786            AVMinor: 3600.000  
 IMinor : 179494272.0       ZMajor : 2106432.000       E : 200.000  
 Ixy : 0.000                 ZMinor : 1307232.000       Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-90.222	374512.060	-1066.883	62.571	-0.284	-249.815

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.897	= 0.020	+ 0.872	+ 0.005	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-90.222	2270.364	3311.565

**MOMENT DESIGN**

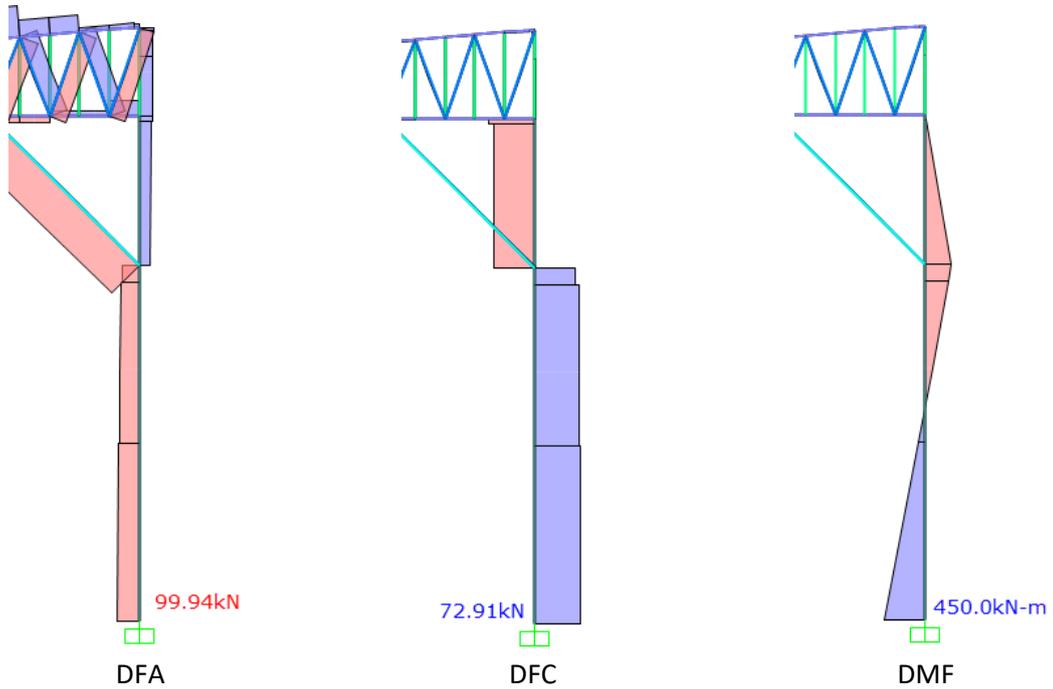
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	374512.060	429600.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-1066.883	195600.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.352	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	62.571	614.067	0.102	OK	0.000
Minor Shear	0.284	671.263	0.000	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 04

Combinación crítica: 1.2D+1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 78      Analysis Section: CR - 04 (600X300X8)  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: CR - 04 (600X300X8)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.6L	9.53	0.102 (C)	= 0.008 + 0.093 + 0.000	0.009	0.000
1.2D+1.6L	10.02	0.111 (C)	= 0.008 + 0.102 + 0.000	0.009	0.000
1.2D+1.6L	10.02	0.106 (C)	= 0.003 + 0.102 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.006 (C)	= 0.002 + 0.004 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.05	0.005 (C)	= 0.002 + 0.004 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.6L	14.20	0.001 (C)	= 0.001 + 0.000 + 0.000	0.012	0.000
1.2D+1.0E	0.00	0.654 (C)	= 0.016 + 0.633 + 0.004	0.050	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
 Display Details for Selected Item: Details  
 Display Complete Details: Tabular Data

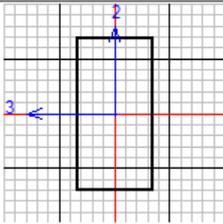
Strength  Deflection       OK      Cancel      Stylesheet: Default      Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 78                      Design Sect: CR - 04 (600X300X8)  
 X Mid : 24250.000            Design Type: Column  
 Y Mid : 21150.000            Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 7100.000             Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000        Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                 RLLF : 1.000

Area : 14144.000            SMajor : 2287171.129            rMajor : 220.254            AVMajor: 9600.000  
 IMajor : 686151338.7       SMinor : 1568176.924           rMinor : 128.961           AVMinor: 4800.000  
 IMinor : 235226538.67      ZMajor : 2785024.000           E : 200.000  
 Ixy : 0.000                 ZMinor : 1724224.000           Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-99.937	450024.048	-1384.150	72.912	-0.358	877.369

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.654	= 0.016	+ 0.633	+ 0.004	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-99.937	3062.099	4395.531

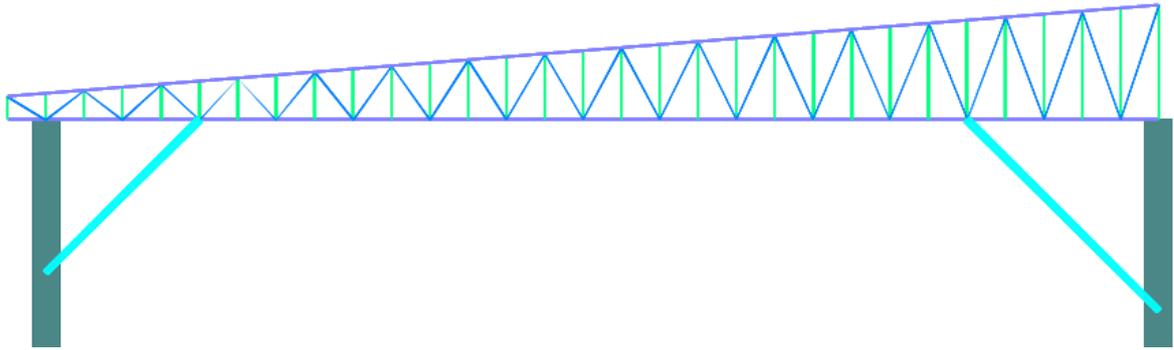
**MOMENT DESIGN**

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	450024.048	710800.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-1384.150	311800.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.352	

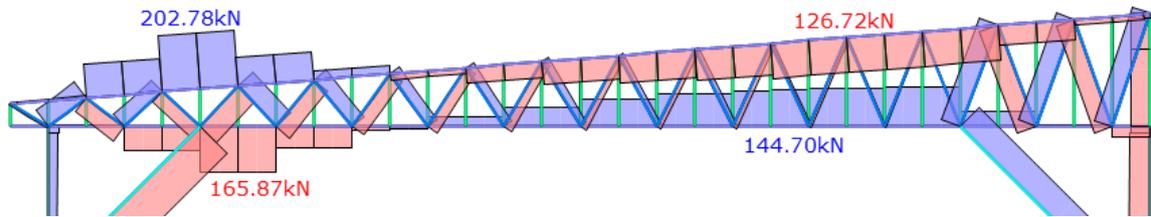
**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	72.912	1448.860	0.050	OK	0.000
Minor Shear	0.358	895.018	0.000	OK	0.000

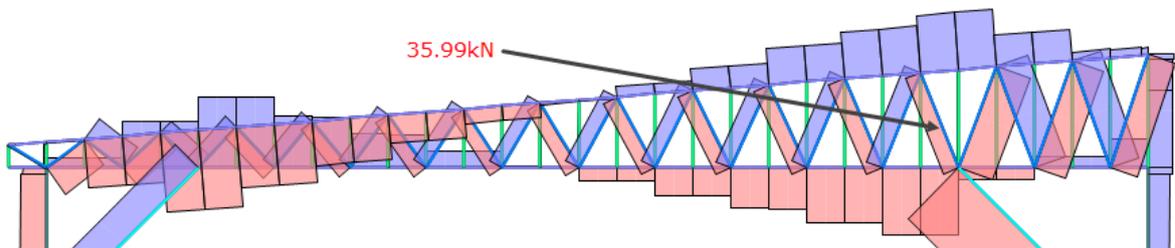
## ARMADURA A – 01



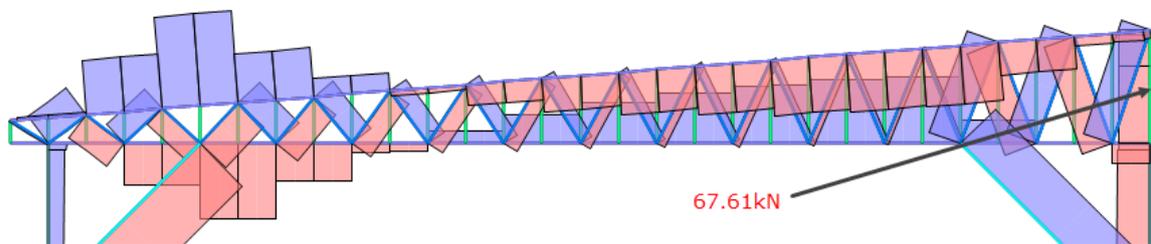
**Brida superior e inferior:** Combinación crítica:  $1.2D - 1.0Ex$



**Diagonales:** Combinación crítica:  $1.2D + 1.0Ex$



**Montantes:** Combinación crítica:  $0.9D - 1.0Ex$

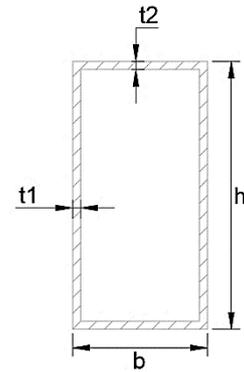


## Resumen de diseño

### Brida Sup.: TC 40X60X3

h = 60.00 mm  
b = 40.00 mm  
t = 3.00 mm  
Ag = 564 mm<sup>2</sup>  
Iy = 143132 mm<sup>4</sup>  
ry = 15.93 mm  
x(bar) = 20.00 mm

**Material: A500 GrA**  
Fy = 264.9 Mpa  
Fu = 313.9 Mpa  
E = 200000 Mpa



### Montante: TC 38X38X2.5

h = 38.00 mm  
b = 38.00 mm  
t = 2.50 mm  
Ag = 355 mm<sup>2</sup>  
Iy = 74935 mm<sup>4</sup>  
ry = 14.53 mm  
x(bar) = 19.00 mm

**Material: A500 GrA**  
Fy = 264.9 Mpa  
Fu = 313.9 Mpa  
E = 200000 Mpa

### Diagonal: TC 32X32X2.5

h = 32.00 mm  
b = 32.00 mm  
t = 2.50 mm  
Ag = 295 mm<sup>2</sup>  
Iy = 43095 mm<sup>4</sup>  
ry = 12.09 mm  
x(bar) = 16.00 mm

**Material: A500 GrA**  
Fy = 264.9 Mpa  
Fu = 313.9 Mpa  
E = 200000 Mpa

### Cargas:

#### Bridas

Pu = 165.87 kN  
Pu = 202.78 kN

#### Diagonales

Pu = 35.99 kN

#### Montantes

Pu = 33.23 kN

Fuerza axial en compresión

Fuerza axial en tensión

Fuerza axial en compresión

Fuerza axial en compresión

## Brida superior / Brida inferior

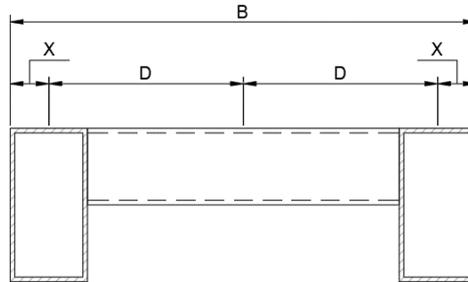
### Dimensionamiento

B	= 500 mm
X = x(bar)	= 20 mm
D = B/2-X	= 230 mm
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 59957464 mm <sup>4</sup>
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm

Base de la sección

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



### DISEÑO A TRACCIÓN

#### Fluencia en tracción

$\phi =$	0.90
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_g F_y$	298.77 kN
$\phi P_n =$	268.90 kN = 27.41 Tn

(RNE E.090 Capitulo 4)

Factor de resistencia

Área total

Ec. (4.1-1)

Resistencia nominal

#### Ruptura en tracción

$\phi =$	0.75
$U = 1 - x/L$	1.00
$A_e = A_g U$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_e F_u$	354.10 kN
$\phi P_n =$	265.58 kN = 27.07 Tn

Factor de resistencia

Área neta afectiva

Ec. (4.1-2)

Resistencia nominal

### DISEÑO A COMPRESIÓN

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85
k =	1.00
$L_e =$	25.17
L =	8.39 m
a =	0.79 m
$a/r_y =$	49.59
$kL/r_o$	36.39
$kL/r =$	57.71 <b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>

(RNE E.090 Capitulo 5)

Factor de resistencia

Factor de longitud efectiva

Longitud del elemento

Longitud no arriostrada

Distancia entre conectores

Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.67
$F_{cr} =$	219.7 Mpa
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>

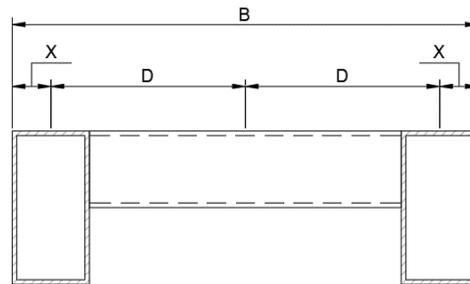
Ec. (5.2-2)

$P_n =$	247.80 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	210.63 kN = 21.47 Tn	

## Diagonales

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 16 mm	
$D = B/2 - X$	= 234 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 32392229 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 234 mm	Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85	Factor de resistencia
$k =$	1.00	Factor de longitud efectiva
$L =$	2.26 m	Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m	Distancia entre conectores
$a/r_y =$	82.74	
$kL/r_o$	9.65	
$kL/r =$	75.44	$KL/r < 200$ OK

Ec. (5.4-2)

### Pandeo por Flexión

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.87	
$F_{cr} =$	192.4 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	590 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	113.52 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	96.49 kN = 9.84 Tn	

## Montantes

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 19 mm	
$D = B/2 - X$	= 231 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 38036179 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm	Radio de giro efectivo

**DISEÑO A COMPRESION**

(RNE E.090 Capitulo 5)

**Análisis por estabilidad**

$\phi =$	0.85		Factor de resistencia
$k =$	1.00		Factor de longitud efectiva
$L =$	2.50 m		Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m		Distancia entre conectores
$a/r_y =$	68.83		
$kL/r_o$	10.80		
$kL/r =$	63.14	<b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>	Ec. (5.4-2)

**Pandeo por Flexión****Esfuerzo de pandeo por flexión**

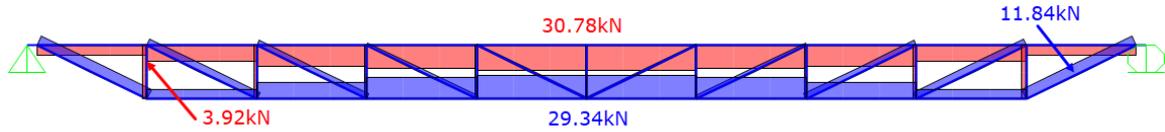
$\lambda_c =$	0.73		
$F_{cr} =$	211.7 Mpa		Ec. (5.2-2)
$A_g =$	710 mm <sup>2</sup>		
$P_n =$	150.34 kN		Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	127.79 kN	<b>= 13.03 Tn</b>	

**Relación demanda/capacidad**

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida en compresión</b>	2 TC.40X60X3.0	165.87 kN	210.63 kN	0.79
<b>Brida en tensión</b>	2 TC.40X60X3.0	202.78 kN	265.58 kN	0.76
<b>Diagonales</b>	2 TC.32X32X2.5	35.99 kN	96.49 kN	0.37
<b>Montante</b>	2 TC.38X38X2.5	33.23 kN	127.79 kN	0.26

## VIGUETA VS – 01

Combinación crítica: 1.2D+1.6Lr+0.8W

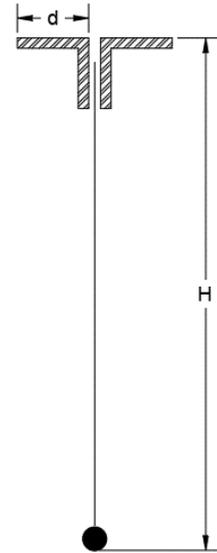


**Brida Sup.:** 2L 2x2x1/8

d = 50.8 mm  
 b = 50.8 mm  
 t = 3.2 mm  
 Ag = 317 mm<sup>2</sup>  
 Iy = 78668 mm<sup>4</sup>  
 x(bar) = 13.6 mm  
 ry = 15.75 mm  
 rz = 9.93 mm

**Material:** A-36

Fy = 248.2 Mpa  
 Fu = 402.2 Mpa  
 Es = 200000 Mpa



**Brida Inf.:** FL 5/8"

db = 15.88 mm  
 Ag = 197.93 mm<sup>2</sup>

**Montante.:** FL 1/2"

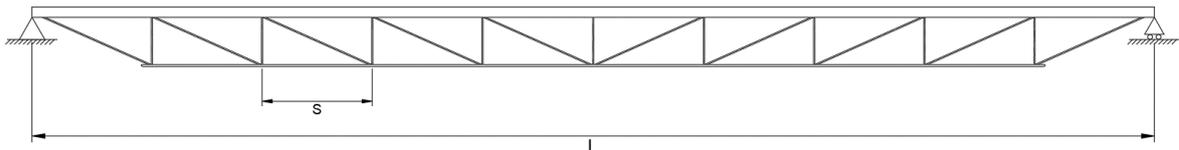
db = 9.53 mm  
 Ag = 71.26 mm<sup>2</sup>

**Diagonal.:** FL 1/2"

db = 9.53 mm  
 Ag = 71.26 mm<sup>2</sup>

**Dimensionamiento:**

Ancho (At) = 1.68 m Ancho tributario  
 Longitud (L) = 10.73 m Longitud de vigueta  
 Peralte (H) = 0.40 m Peralte de vigueta  
 Espacio (S) = 0.40 m Espacio entre diagonales



### Análisis de cargas

Pendiente (m) =	4.71 °
Longitud (L) =	10.73 m
Ancho tributario =	1.68 m
Peso propio =	0.07 kN/m
Cobertura =	0.05 kPa
Arriostres =	0.01 kPa
Luminarias =	0.02 kPa
Cielo raso =	0.00 kPa
Peso permanente =	0.21 kPa
Sobrecarga =	0.31 kPa
Viento (Barlovento +) =	0.09 kPa

### Propiedades geométricas

se =	12.70 mm
X = x(bar)	13.56 mm
D = X+se/2	19.91 mm
Ie = Ix+AgD <sup>2</sup>	408570 mm <sup>4</sup>
re = √(Ie/Ag)	25.39 mm

### DISEÑO A TRACCION

#### BRIDA INFERIOR

φ =	0.90
Pu =	29.34 kN
db =	15.88 mm
Ag =	197.93 mm <sup>2</sup>
Pn =	49.13 kN
φPn =	44.21 kN

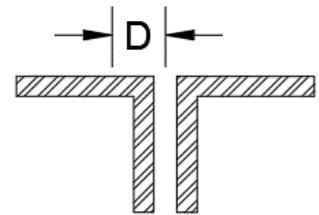
### Cargas:

Pu =	30.78 kN	Fuerza axial en brida superior
Pu =	29.34 kN	Fuerza axial en brida inferior
Pu =	3.92 kN	Fuerza axial en montante
Pu =	11.84 kN	Fuerza axial en diagonal

Distancia backtoback

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



(RNE E.090 Capítulo 4)

Factor de resistencia

Carga de diseño

Diámetro de barra

Área de barra

Ec. (4.1-1)

Resistencia efectiva

**φPn > Pu, OK**

#### DIAGONAL

φ =	0.90
Pu =	11.84 kN
db =	12.70 cm
Ag =	126.68 mm <sup>2</sup>
Pn =	31.44 kN
φPn =	28.30 kN

Factor de resistencia

Carga de diseño

Diámetro de barra

Área de barra

Ec. (4.1-1)

Resistencia efectiva

**φPn > Pu, OK**

### DISEÑO A COMPRESION

#### BRIDA SUPERIOR

#### Análisis por estabilidad

φ =	0.85
Pu =	30.78 kN
k =	1.00
L =	10730 mm
n =	3.00
a =	400

(RNE E.090 Capítulo 5)

Factor de resistencia

Carga de diseño

Factor de longitud efectiva

Longitud del elemento

Numero de arriostres laterales

Distancia entre conectores

$a/r_z = 40.28$  Caso 2  
 $kL/r = 113.05$  KL/r < 200 OK

**Esfuerzo de pandeo por flexión**

$\lambda_c = 1.27$  Ec. (5.2-4)  
 $F_{cr} = 116.7 \text{ Mpa}$  Ec. (5.2-2)  
 $A_g = 317 \text{ mm}^2$  Área de sección transversal  
 $P_n = 40.13 \text{ kN}$  Ec. (5.2-1)  
 $\phi P_n = 34.11 \text{ kN}$   **$\phi P_n > P_u$ , OK** Resistencia efectiva

**MONTANTE**

**Análisis por estabilidad**

$\phi = 0.85$  Factor de resistencia  
 $P_u = 3.92 \text{ kN}$  Carga de diseño  
 $d_b = 12.70 \text{ mm}$  Diámetro de barra  
 $A_g = 126.68 \text{ mm}^2$  Área de barra  
 $kL = 378 \text{ mm}$  Longitud del elemento  
 $r_x = 3.18 \text{ mm}$  Radio de giro  
 $kL/r_x = 119.21$  KL/r < 200 OK

**Esfuerzo de pandeo por flexión**

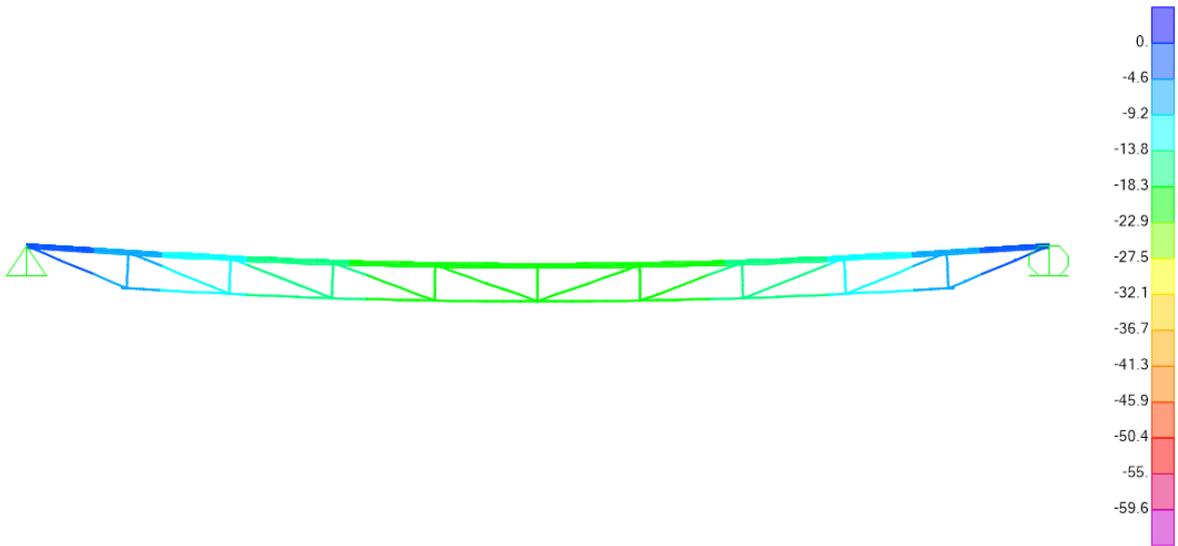
$\lambda_c = 1.34$  Ec. (5.2-4)  
 $F_{cr} = 117.5 \text{ Mpa}$  Ec. (5.2-3)  
 $A_g = 126.68 \text{ mm}^2$  Área de sección transversal  
 $P_n = 14.88 \text{ kN}$  Ec. (5.2-1)  
 $\phi P_n = 12.65 \text{ kN}$   **$\phi P_n > P_u$ , OK** Resistencia efectiva

**Relación demanda/capacidad**

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida superior</b>	2L 2"X2"X1/8"	30.78 kN	34.1 kN	0.90
<b>Brida inferior</b>	FL 5/8"	29.34 kN	44.2 kN	0.66
<b>Diagonales</b>	FL 3/8"	3.92 kN	12.8 kN	0.31
<b>Montante</b>	FL 3/8"	11.84 kN	28.3 kN	0.42

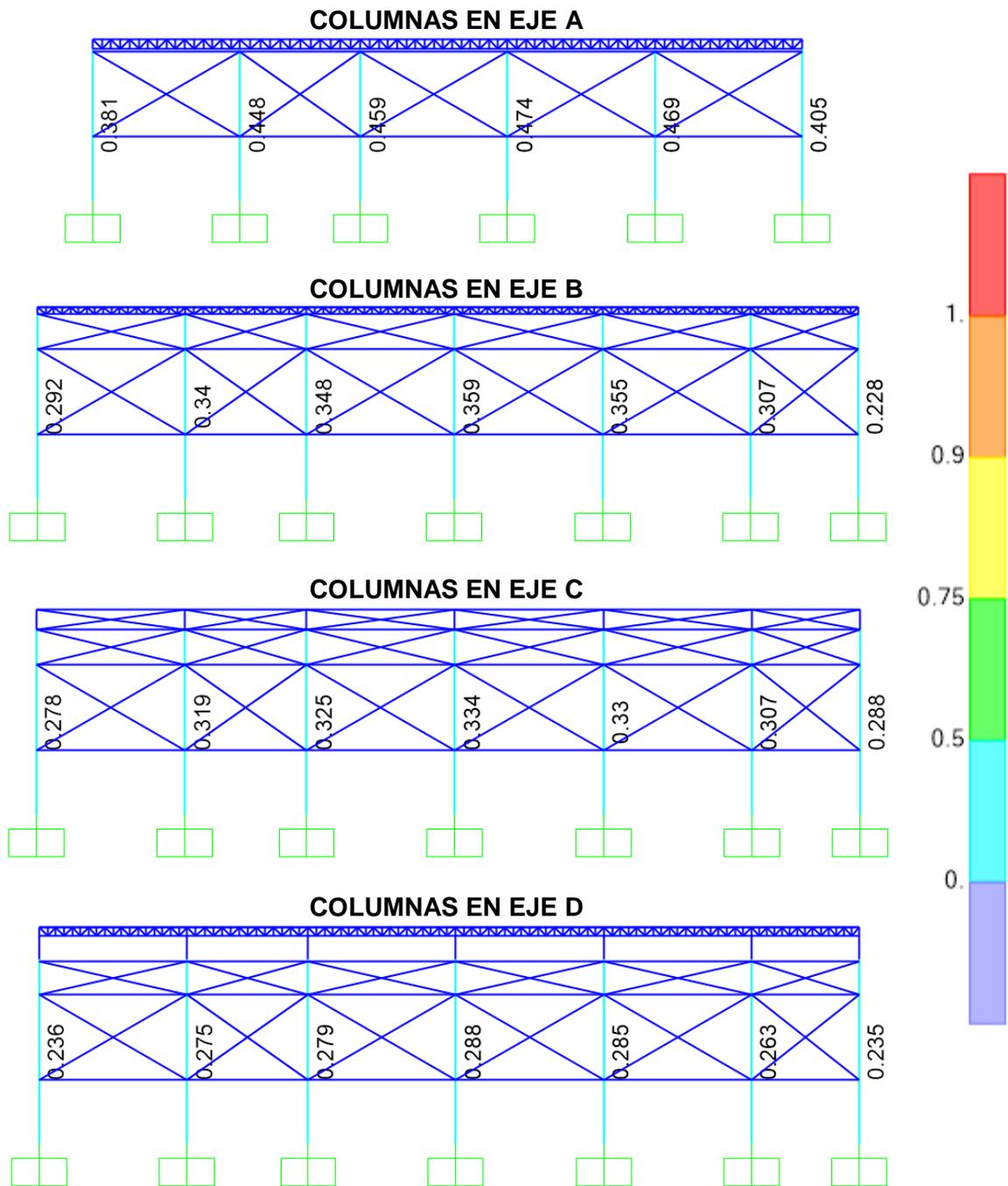
## Deformaciones

Acción: Sobrecarga



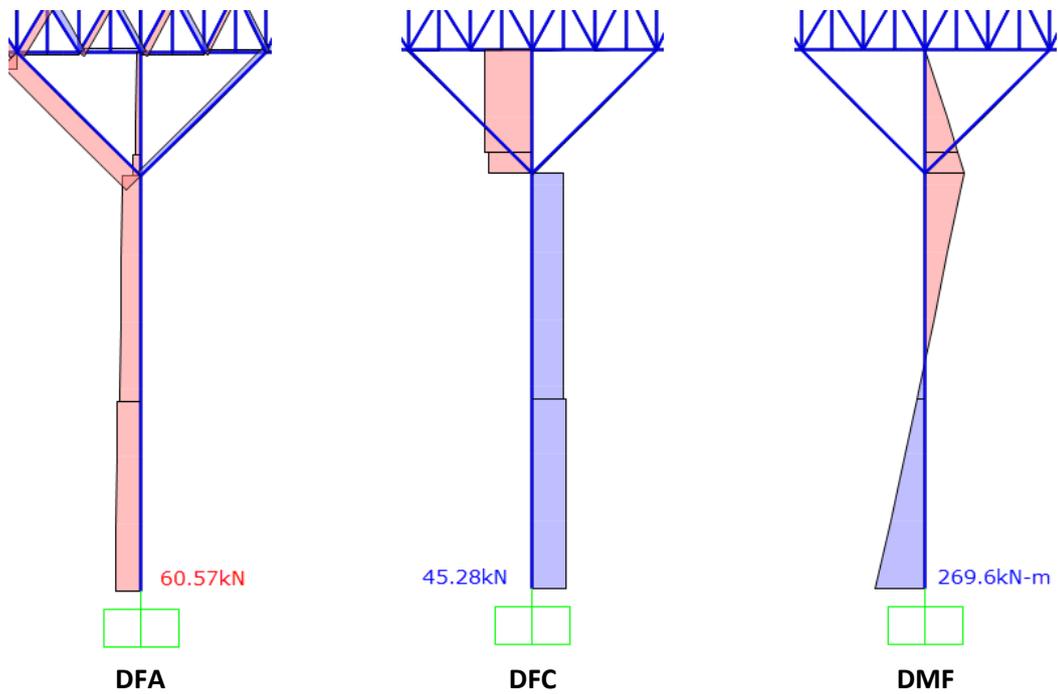
Se aprecia una deflexión igual a  $20.76\text{mm} \leq 10730/180 = 59.61$ , OK

# BLOQUE B



# Proceso de cálculo de columna CR – 01

Combinación crítica: 1.2D + 1.0Ey



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 1988  
 Design Code: AISC-LRFD93  
 Analysis Section: CR - 01 (500X300X6)  
 Design Section: CR - 01 (500X300X6)

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
		RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
1.2D-1.0E	10.95	0.026 (C) = 0.010 + 0.003 + 0.013	0.000	0.006
1.2D-1.0E	10.95	0.018 (C) = 0.003 + 0.003 + 0.013	0.000	0.008
1.2D-1.0E	11.50	0.027 (C) = 0.002 + 0.002 + 0.022	0.000	0.008
1.2D-1.0E	11.50	0.028 (C) = 0.004 + 0.002 + 0.022	0.000	0.004
1.2D-1.0E	12.43	0.020 (C) = 0.003 + 0.002 + 0.015	0.000	0.004
1.2D-1.0E	14.20	0.003 (C) = 0.003 + 0.000 + 0.000	0.000	0.004
1.2D+1.0E	0.00	0.685 (C) = 0.017 + 0.667 + 0.000	0.061	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
 Display Details for Selected Item: Details  
 Display Complete Details: Tabular Data

Strength  Deflection   
 OK Cancel

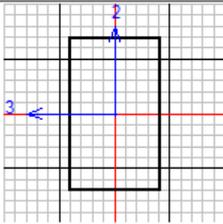
Stylesheet: Default  
 Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

---

File Units  ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0Ey  
 Units : KN, mm, C

Frame : 1988      Design Sect: CR - 01 (500X300X6)  
 X Mid : 61350.000      Design Type: Column  
 Y Mid : 14710.000      Frame Type : Moment Resisting Frame  
 Z Mid : 7100.000      Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000      Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000      RLLF : 1.000

Area : 9456.000      SMajor : 1343429.888      rMajor : 188.462      AVMajor: 6000.000  
 IMajor : 335857472.0      SMinor : 1023732.480      rMinor : 127.434      AVMinor: 3600.000  
 IMinor : 153559872.000      ZMajor : 1603632.000      E : 200.000  
 Ixy : 0.000      ZMinor : 1130832.000      Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-60.565	269555.982	197.787	45.277	0.058	130.938

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.685	= 0.017	+ 0.667	+ 0.000	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-60.565	1809.094	2938.641

**MOMENT DESIGN**

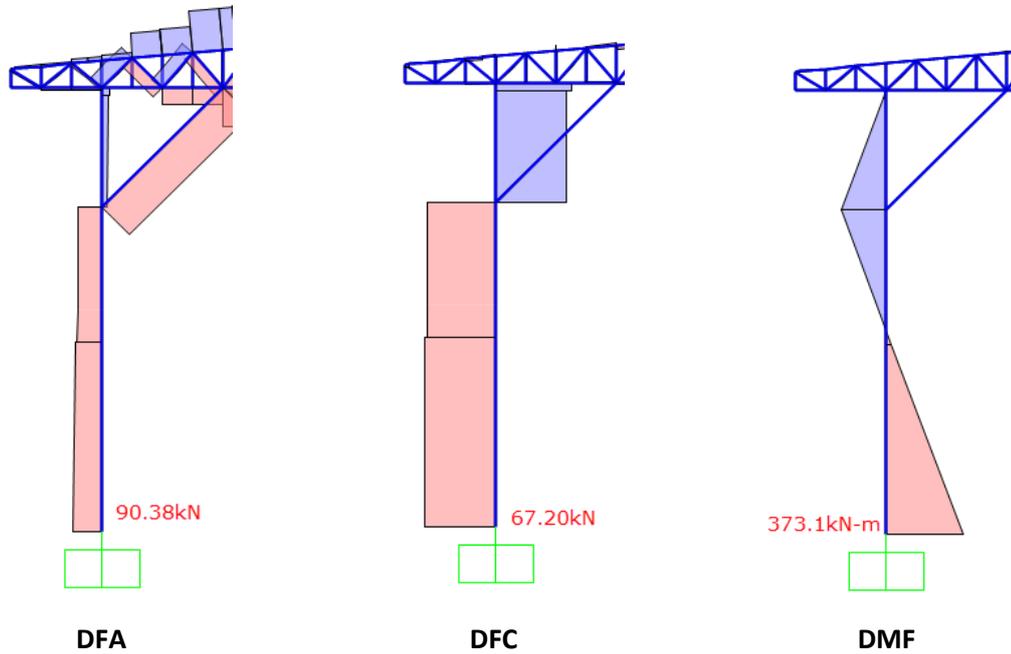
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	269555.982	403900.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	197.787	296000.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.458	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	45.277	742.933	0.061	OK	0.000
Minor Shear	0.058	671.263	8.583E-05	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 03

Combinación crítica: 1.2D –1.0Ey



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 852      Analysis Section: CR - 03 (600X300X6)  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: CR - 03 (600X300X6)

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
		RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
1.2D+1.0E	8.55	0.239 (C) = 0.002 + 0.236 + 0.001	0.074	0.000
1.2D+1.0E	8.56	0.240 (C) = 0.002 + 0.237 + 0.001	0.074	0.000
1.2D+1.0E	8.56	0.254 (C) = 0.016 + 0.237 + 0.001	0.053	0.000
1.2D+1.0E	11.50	0.034 (C) = 0.016 + 0.018 + 0.000	0.053	0.000
1.2D+1.0E	11.50	0.033 (C) = 0.015 + 0.017 + 0.000	0.061	0.001
1.2D+1.0E	11.70	0.015 (C) = 0.015 + 0.000 + 0.000	0.061	0.001
1.2D-1.0E	0.00	0.895 (C) = 0.018 + 0.869 + 0.009	0.109	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Details

Display Complete Details: Tabular Data

Strength  Deflection

OK Cancel

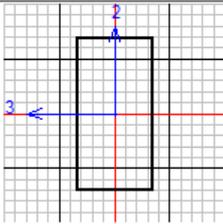
Stylesheet: Default Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D-1.0Ey  
 Units : KN, mm, C

Frame : 852                      Design Sect: CR - 03 (600X300X6)  
 X Mid : 61350.000              Design Type: Column  
 Y Mid : -23720.000              Frame Type : Moment Resisting Frame  
 Z Mid : 5850.000                Sect Class : Slender  
 Length : 11700.000            Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                      RLLF : 1.000

Area : 10656.000                SMajor : 1736202.240            rMajor : 221.087                AVMajor: 7200.000  
 IMajor : 520860672.0            SMinor : 1196628.480           rMinor : 129.786                AVMinor: 3600.000  
 IMinor : 179494272.0            ZMajor : 2106432.000           E : 200.000  
 Ixy : 0.000                      ZMinor : 1307232.000           Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-90.379	-373124.474	1685.684	-67.201	0.464	-171.739

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.895	= 0.018	+ 0.869	+ 0.009	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-90.379	2496.142	3311.565

**MOMENT DESIGN**

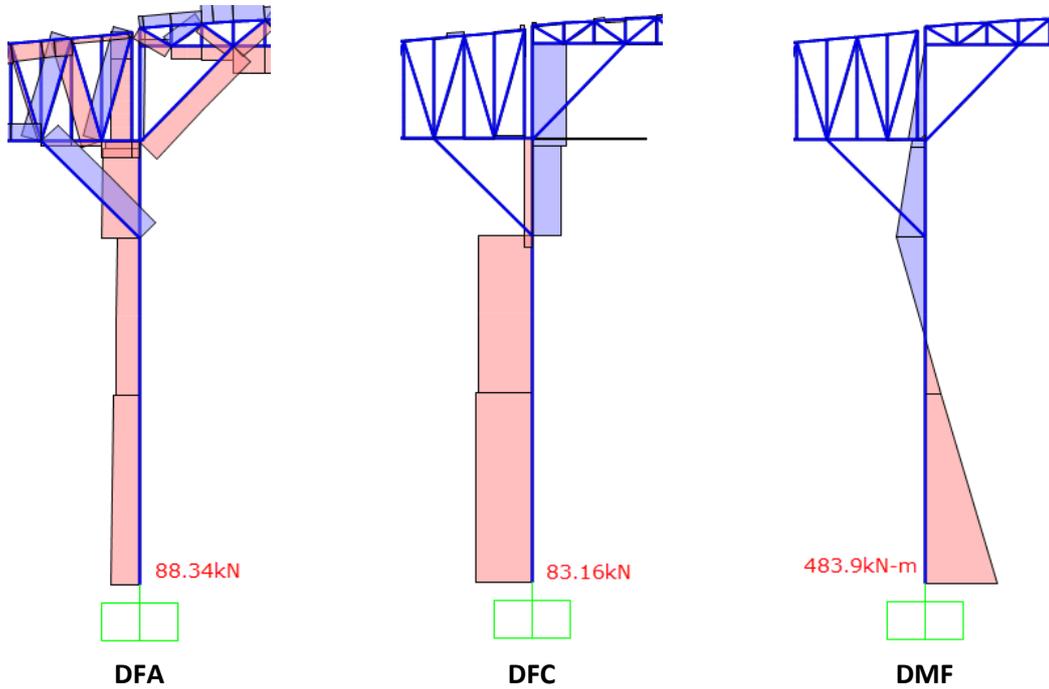
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-373124.474	429600.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	1685.684	195600.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.556	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	67.201	614.067	0.109	OK	0.000
Minor Shear	0.464	671.263	0.001	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 04

Combinación crítica: 1.2D + 1.0Ey



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 853  
Design Code: AISC-LRFD93  
Analysis Section: CR - 04 (600X300X8)  
Design Section: CR - 04 (600X300X8)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D-1.0E	11.50	0.050 (C)	= 0.003 + 0.031 + 0.016	0.016	0.010
1.2D-1.0E	11.66	0.051 (C)	= 0.003 + 0.036 + 0.012	0.016	0.010
1.2D-1.0E	11.66	0.049 (C)	= 0.000 + 0.036 + 0.012	0.008	0.009
1.2D-1.0E	11.70	0.048 (C)	= 0.000 + 0.037 + 0.011	0.008	0.009
1.2D-1.0E	11.70	0.043 (C)	= 0.000 + 0.037 + 0.005	0.007	0.000
1.2D-1.0E	14.20	0.000 (C)	= 0.000 + 0.000 + 0.000	0.007	0.000
1.2D+1.0E	0.00	0.700 (C)	= 0.014 + 0.681 + 0.005	0.057	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
Display Details for Selected Item: Details  
Display Complete Details: Tabular Data

Strength  Deflection   
OK Cancel

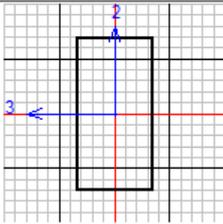
Stylesheet: Default  
Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D+1.0Ey  
 Units : KN, mm, C

Frame : 853                      Design Sect: CR - 04 (600X300X8)  
 X Mid : 61350.000              Design Type: Column  
 Y Mid : -720.000                Frame Type : Moment Resisting Frame  
 Z Mid : 7100.000                Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000            Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                      RLLF : 1.000

Area : 14144.000                SMajor : 2287171.129              rMajor : 220.254              AVMajor: 9600.000  
 IMajor : 686151338.7            SMinor : 1568176.924              rMinor : 128.961              AVMinor: 4800.000  
 IMinor : 235226538.67           ZMajor : 2785024.000              E : 200.000  
 Ixy : 0.000                      ZMinor : 1724224.000              Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-88.341	483970.873	1424.432	83.157	0.387	230.787

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.700	= 0.014	+ 0.681	+ 0.005	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-88.341	3062.099	4395.531

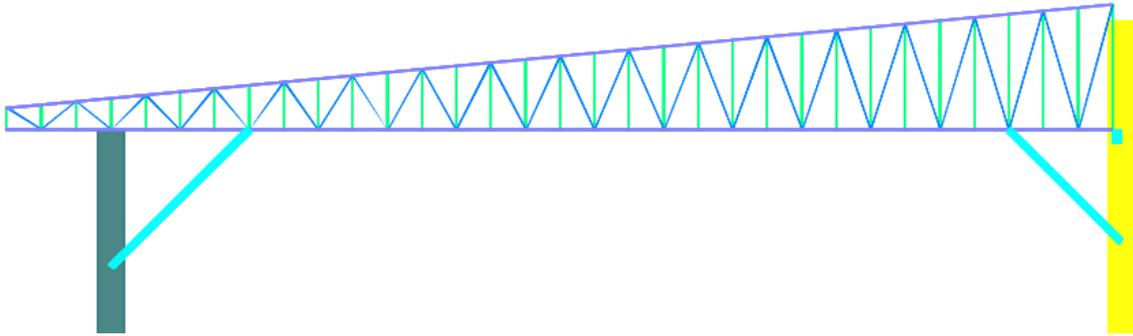
**MOMENT DESIGN**

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	483970.873	710800.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	1424.432	311800.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.458	

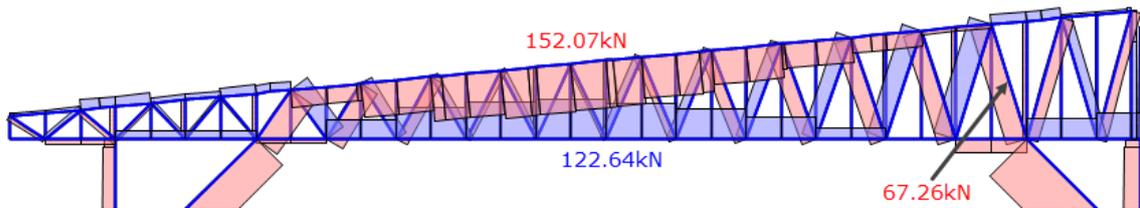
**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	83.157	1448.860	0.057	OK	0.000
Minor Shear	0.387	895.018	0.000	OK	0.000

## ARMADURA A – 02

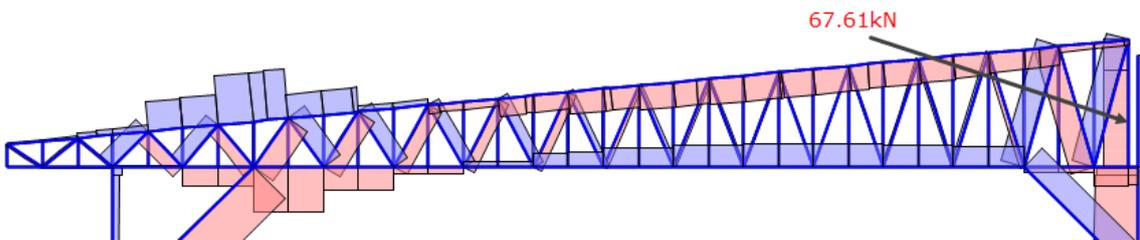


**Brida superior, inferior y diagonales:** Combinación crítica:  $1.2D + 1.6Lr + 0.8W$



**Montantes:**

Combinación crítica:  $1.2D - 1.0Ey$

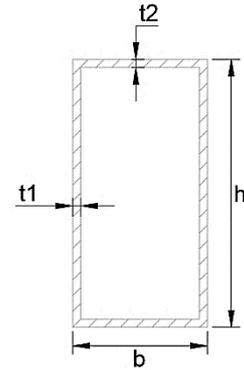


## Resumen de diseño

### Brida Sup.: TC 40X60X3

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 40.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $A_g = 564 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 143132 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 15.93 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 20.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$



### Montante: TC 38X38X2.5

$h = 38.00 \text{ mm}$   
 $b = 38.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $A_g = 355 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 74935 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 14.53 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 19.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Diagonal: TC 32X32X2.5

$h = 32.00 \text{ mm}$   
 $b = 32.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $A_g = 295 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 43095 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 12.09 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 16.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Cargas:

#### Bridas

$P_u = 152.07 \text{ kN}$   
 $P_u = 122.64 \text{ kN}$

#### Diagonales

$P_u = 67.26 \text{ kN}$

#### Montantes

$P_u = 67.61 \text{ kN}$

Fuerza axial en compresión

Fuerza axial en tensión

Fuerza axial en compresión

Fuerza axial en compresión

## Brida superior / Brida inferior

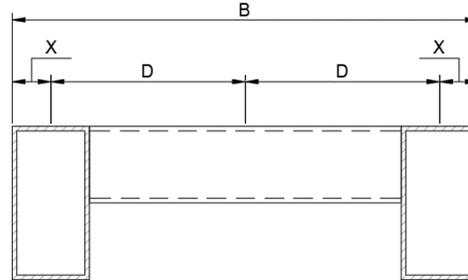
### Dimensionamiento

B	= 500 mm
X = x(bar)	= 20 mm
D = B/2-X	= 230 mm
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 59957464 mm <sup>4</sup>
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm

Base de la sección

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



### DISEÑO A TRACCIÓN

(RNE E.090 Capítulo 4)

#### Fluencia en tracción

$\phi =$	0.90
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_g F_y$	298.77 kN
$\phi P_n =$	268.90 kN = 27.41 Tn

Factor de resistencia

Área total

Ec. (4.1-1)

Resistencia nominal

#### Ruptura en tracción

$\phi =$	0.75
$U = 1 - x/L$	1.00
$A_e = A_g U$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_e F_u$	354.10 kN
$\phi P_n =$	265.58 kN = 27.07 Tn

Factor de resistencia

Área neta afectiva

Ec. (4.1-2)

Resistencia nominal

### DISEÑO A COMPRESIÓN

(RNE E.090 Capítulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85
k =	1.00
$L_e =$	25.30
L =	12.65 m
a =	0.79 m
$a/r_y =$	49.62
$kL/r_o$	54.86
$kL/r =$	70.85 <b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>

Factor de resistencia

Factor de longitud efectiva

Longitud del elemento

Longitud no arriostrada

Distancia entre conectores

Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

##### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.82
$F_{cr} =$	199.8 Mpa
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>

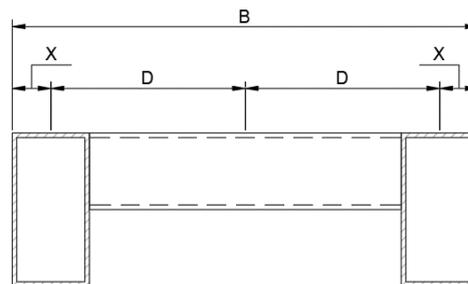
Ec. (5.2-2)

$P_n =$	225.38 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	191.57 kN = 19.53 Tn	

## Diagonales

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 16 mm	
$D = B/2 - X$	= 234 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 32392229 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 234 mm	Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85	Factor de resistencia
$k =$	1.00	Factor de longitud efectiva
$L =$	2.69 m	Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m	Distancia entre conectores
$a/r_y =$	82.74	
$kL/r_o$	11.48	
$kL/r =$	75.70	$KL/r < 200$ OK

Ec. (5.4-2)

### Pandeo por Flexión

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.88	
$F_{cr} =$	192.0 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	590 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	113.27 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	96.26 kN = 9.81 Tn	

## Montantes

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 19 mm	
$D = B/2 - X$	= 231 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 38036179 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm	Radio de giro efectivo

**DISEÑO A COMPRESION**

(RNE E.090 Capitulo 5)

**Análisis por estabilidad**

$\phi =$	0.85		Factor de resistencia
$k =$	1.00		Factor de longitud efectiva
$L =$	2.87 m		Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m		Distancia entre conectores
$a/r_y =$	68.83		
$kL/r_o$	12.40		
$kL/r =$	63.43	<b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>	Ec. (5.4-2)

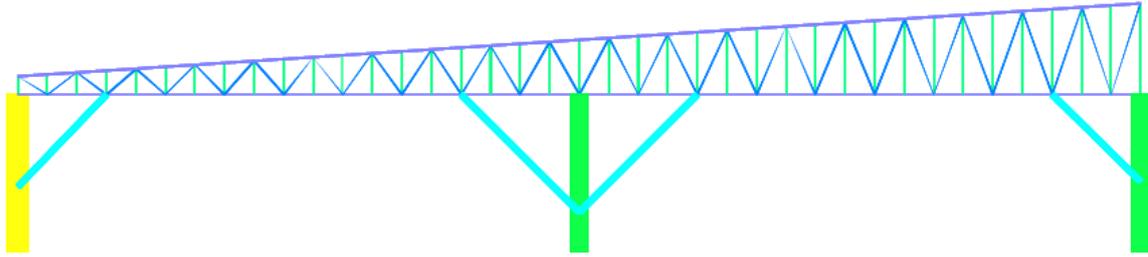
**Pandeo por Flexión****Esfuerzo de pandeo por flexión**

$\lambda_c =$	0.73		
$F_{cr} =$	211.3 Mpa		Ec. (5.2-2)
$A_g =$	710 mm <sup>2</sup>		
$P_n =$	150.02 kN		Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	127.52 kN	<b>= 13.00 Tn</b>	

**Relación demanda/capacidad**

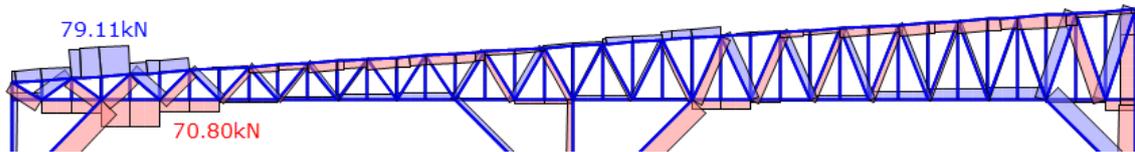
Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida en compresión</b>	2 TC.40X60X3.0	152.07 kN	191.57 kN	0.79
<b>Brida en tensión</b>	2 TC.40X60X3.0	122.64 kN	265.58 kN	0.46
<b>Diagonales</b>	2 TC.32X32X2.5	67.26 kN	96.28 kN	0.70
<b>Montante</b>	2 TC.38X38X2.5	67.61 kN	127.52 kN	0.53

## ARMADURA A – 03



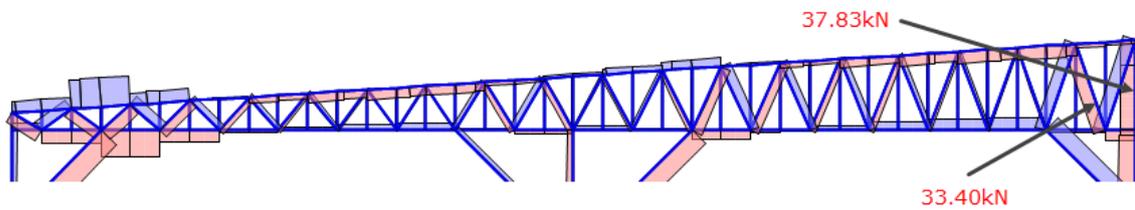
**Brida superior, inferior:**

Combinación crítica:  $1.2D - 1.0Ey$



**Diagonales y Montantes:**

Combinación crítica:  $1.2D - 1.0Ey$

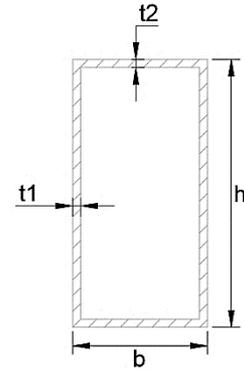


## Resumen de diseño

### Brida Sup.: TC 40X60X3

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 40.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $A_g = 564 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 143132 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 15.93 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 20.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$



### Montante: TC 38X38X2.5

$h = 38.00 \text{ mm}$   
 $b = 38.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $A_g = 355 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 74935 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 14.53 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 19.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Diagonal: TC 32X32X2.5

$h = 32.00 \text{ mm}$   
 $b = 32.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $A_g = 295 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 43095 \text{ mm}^4$   
 $r_y = 12.09 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 16.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $F_y = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Cargas:

#### Bridas

$P_u = 70.80 \text{ kN}$   
 $P_u = 79.11 \text{ kN}$

Fuerza axial en compresión  
 Fuerza axial en tensión

#### Diagonales

$P_u = 33.40 \text{ kN}$

Fuerza axial en compresión

#### Montantes

$P_u = 37.83 \text{ kN}$

Fuerza axial en compresión

## Brida superior / Brida inferior

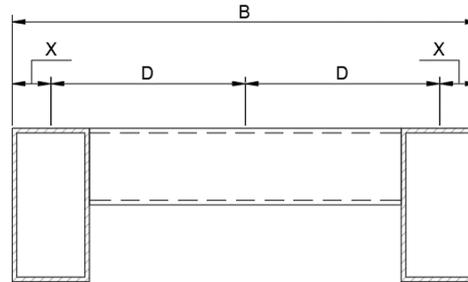
### Dimensionamiento

B	= 500 mm
X = x(bar)	= 20 mm
D = B/2-X	= 230 mm
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 59957464 mm <sup>4</sup>
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm

Base de la sección

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



### DISEÑO A TRACCIÓN

(RNE E.090 Capítulo 4)

#### Fluencia en tracción

$\phi =$	0.90
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_g F_y$	298.77 kN
$\phi P_n =$	268.90 kN = 27.41 Tn

Factor de resistencia

Área total

Ec. (4.1-1)

Resistencia nominal

#### Ruptura en tracción

$\phi =$	0.75
$U = 1 - x/L$	1.00
$A_e = A_g U$	1128 mm <sup>2</sup>
$P_n = A_e F_u$	354.10 kN
$\phi P_n =$	265.58 kN = 27.07 Tn

Factor de resistencia

Área neta afectiva

Ec. (4.1-2)

Resistencia nominal

### DISEÑO A COMPRESIÓN

(RNE E.090 Capítulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85
k =	1.00
$L_e =$	30.92
L =	15.46 m
a =	0.81 m
$a/r_y =$	51.10
$kL/r_o$	67.07
$kL/r =$	81.42 <b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>

Factor de resistencia

Factor de longitud efectiva

Longitud del elemento

Longitud no arriostrada

Distancia entre conectores

Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

##### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.94
$F_{cr} =$	182.5 Mpa
$A_g =$	1128 mm <sup>2</sup>

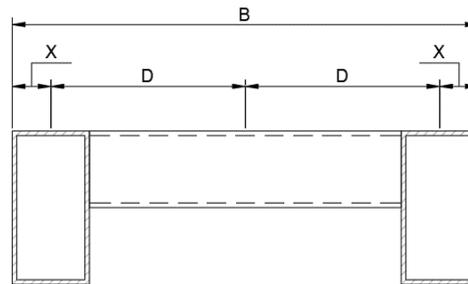
Ec. (5.2-2)

$P_n = 205.90 \text{ kN}$  Ec. (5.2-1)  
 $\phi P_n = 175.02 \text{ kN} = 17.84 \text{ Tn}$

## Diagonales

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 16 mm	
$D = B/2 - X$	= 234 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 32392229 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 234 mm	Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capítulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85	Factor de resistencia
$k =$	1.00	Factor de longitud efectiva
$L =$	2.53 m	Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m	Distancia entre conectores
$a/r_y =$	82.74	
$kL/r_o$	10.80	
$kL/r =$	75.60	<b><math>KL/r &lt; 200 \text{ OK}</math></b>

Ec. (5.4-2)

### Pandeo por Flexión

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.88	
$F_{cr} =$	192.1 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	590 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	113.37 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	96.36 kN = 9.82 Tn	

## Montantes

### Dimensionamiento

$B$	= 500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar})$	= 19 mm	
$D = B/2 - X$	= 231 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 38036179 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g}$	= 231 mm	Radio de giro efectivo

**DISEÑO A COMPRESION**

(RNE E.090 Capitulo 5)

**Análisis por estabilidad**

$\phi =$	0.85		Factor de resistencia
$k =$	1.00		Factor de longitud efectiva
$L =$	2.50 m		Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m		Distancia entre conectores
$a/r_y =$	68.83		
$kL/r_o$	10.80		
$kL/r =$	63.14	<b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>	Ec. (5.4-2)

**Pandeo por Flexión****Esfuerzo de pandeo por flexión**

$\lambda_c =$	0.73		
$F_{cr} =$	211.7 Mpa		Ec. (5.2-2)
$A_g =$	710 mm <sup>2</sup>		
$P_n =$	150.34 kN		Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	127.79 kN	<b>= 13.03 Tn</b>	

**Relación demanda/capacidad**

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida en compresión</b>	2 TC.40X60X3.0	70.80 kN	175.02 kN	0.40
<b>Brida en tensión</b>	2 TC.40X60X3.0	79.11 kN	265.58 kN	0.30
<b>Diagonales</b>	2 TC.32X32X2.5	33.40 kN	96.36 kN	0.35
<b>Montante</b>	2 TC.38X38X2.5	37.83 kN	127.79 kN	0.30

## VIGUETA VR – 01

Combinación crítica: 1.2D+1.6Lr+0.8W



**Brida Sup.:** TC100X50X3

d = 100 mm  
 b = 50 mm  
 t = 3.0 mm  
 Ag = 864 mm<sup>2</sup>  
 ry = 20.82 mm

**Material:** A-500 Gr.A

Fy = 264.9 Mpa  
 Fu = 313.9 Mpa  
 Es = 200000 Mpa



**Brida Inf.:** FL 5/8"

db = 15.88 mm  
 Ag = 197.93 mm<sup>2</sup>

**Material:** A-36

Fy = 248.2 Mpa  
 Fu = 402.2 Mpa  
 Es = 200000 Mpa

**Montante:** FL 1/2"

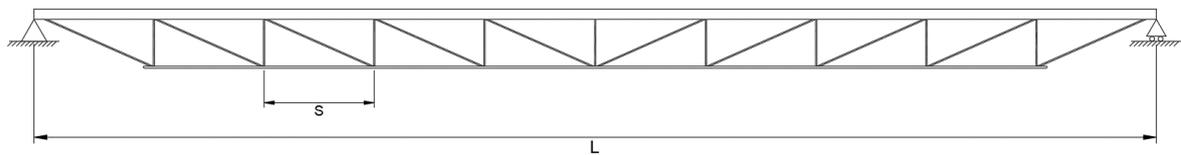
db = 12.70 mm  
 Ag = 126.68 mm<sup>2</sup>

**Diagonal:** FL 1/2"

db = 12.70 mm  
 Ag = 126.68 mm<sup>2</sup>

**Dimensionamiento:**

Ancho (At) = 1.93 m Ancho tributario  
 Longitud (L) = 11.35 m Longitud de vigueta  
 Peralte (H) = 0.40 m Peralte de vigueta  
 Espacio (S) = 1.10 m Espacio entre diagonales



### Análisis de cargas

Pendiente (m) =	4.71 °
Longitud (L) =	10.73 m
Ancho tributario =	1.68 m
Peso propio =	0.07 kN/m
Cobertura =	0.05 kPa
Arriostres =	0.01 kPa
Luminarias =	0.02 kPa
Cielo raso =	0.00 kPa
Peso permanente =	0.21 kPa
Sobrecarga =	0.31 kPa
Viento (Barlovento +) =	0.09 kPa

### Cargas:

Pu =	37.70 kN	Fuerza axial en brida superior
Pu =	37.70 kN	Fuerza axial en brida inferior
Pu =	6.91 kN	Fuerza axial en montante
Pu =	15.96 kN	Fuerza axial en diagonal

### DISEÑO A TRACCION

(RNE E.090 Capitulo 4)

#### BRIDA INFERIOR

$\varphi$ =	0.90
Pu =	37.70 kN
db =	15.88 mm
Ag =	197.93 mm <sup>2</sup>
Pn =	49.13 kN
$\varphi Pn$ =	44.21 kN

$\varphi Pn > Pu$ , OK

Factor de resistencia  
Carga de diseño  
Diámetro de barra  
Área de barra  
Ec. (4.1-1)  
Resistencia efectiva

#### DIAGONAL

$\varphi$ =	0.90
Pu =	15.96 kN
db =	12.70 mm
Ag =	126.68 mm <sup>2</sup>
Pn =	31.44 kN
$\varphi Pn$ =	28.30 kN

$\varphi Pn > Pu$ , OK

Factor de resistencia  
Carga de diseño  
Diámetro de barra  
Área de barra  
Ec. (4.1-1)  
Resistencia efectiva

### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### BRIDA SUPERIOR

##### Análisis por estabilidad

$\varphi$ =	0.85
Pu =	37.70 kN
k =	1.00
L =	11350 mm
n =	3.00
$kL/(n+1)$ =	2838mm
$kL/r$ =	136.31

Factor de resistencia  
Carga de diseño  
Factor de longitud efectiva  
Longitud del elemento  
Numero de arriostres laterales  
Longitud de pandeo  
KL/r < 200 OK

##### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c$ =	1.58
Fcr =	93.2 Mpa

Ec. (5.2-4)  
Ec. (5.2-2)

Ag =	864 mm <sup>2</sup>		Área de sección transversal
Pn =	80.50 kN		Ec. (5.2-1)
φPn =	68.42 kN	<b>φPn &gt; Pu, OK</b>	Resistencia efectiva

### MONTANTE

#### Análisis por estabilidad

φ =	0.85		Factor de resistencia
Pu =	6.91 kN		Carga de diseño
db =	12.70 mm		Diámetro de barra
Ag =	126.68 mm <sup>2</sup>		Área de barra
kL =	341 mm		Longitud del elemento
rx =	3.18 mm		Radio de giro
kL/rx =	107.24		KL/r < 200 OK

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

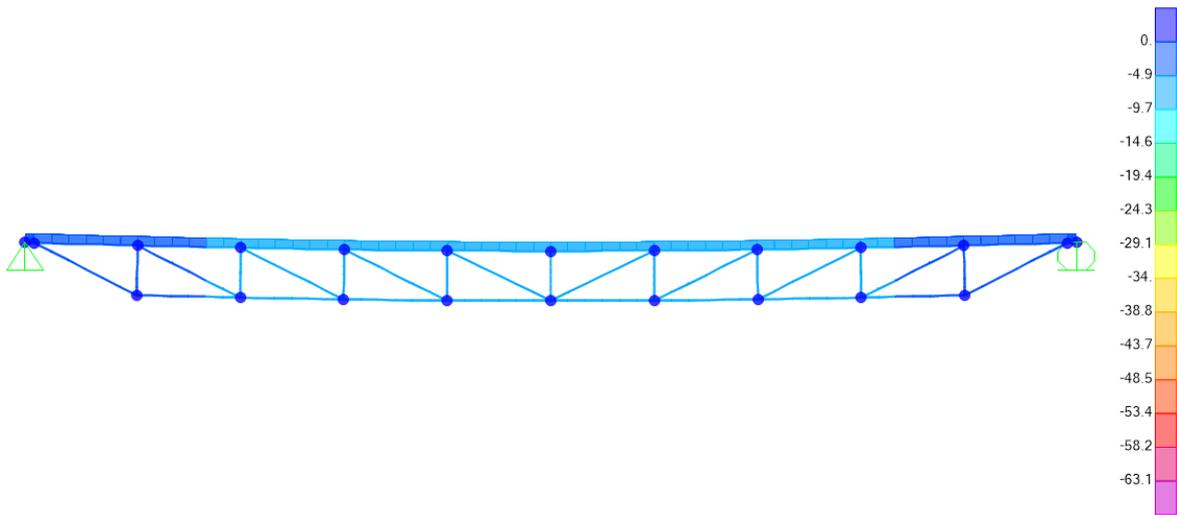
λc =	1.20		Ec. (5.2-4)
Fcr =	135.49 Mpa		Ec. (5.2-3)
Ag =	126.68 mm <sup>2</sup>		Área de sección transversal
Pn =	17.16 kN		Ec. (5.2-1)
φPn =	14.59 kN	<b>φPn &gt; Pu, OK</b>	Resistencia efectiva

### Relación demanda/capacidad

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida superior</b>	TR. 50X100X3	30.53 kN	32.1 kN	0.95
<b>Brida inferior</b>	FL 5/8"	30.53 kN	44.2 kN	0.69
<b>Diagonales</b>	FL 3/8"	15.96 kN	28.3 kN	0.56
<b>Montante</b>	FL 3/8"	6.91 kN	14.6kN	0.47

## Deformaciones

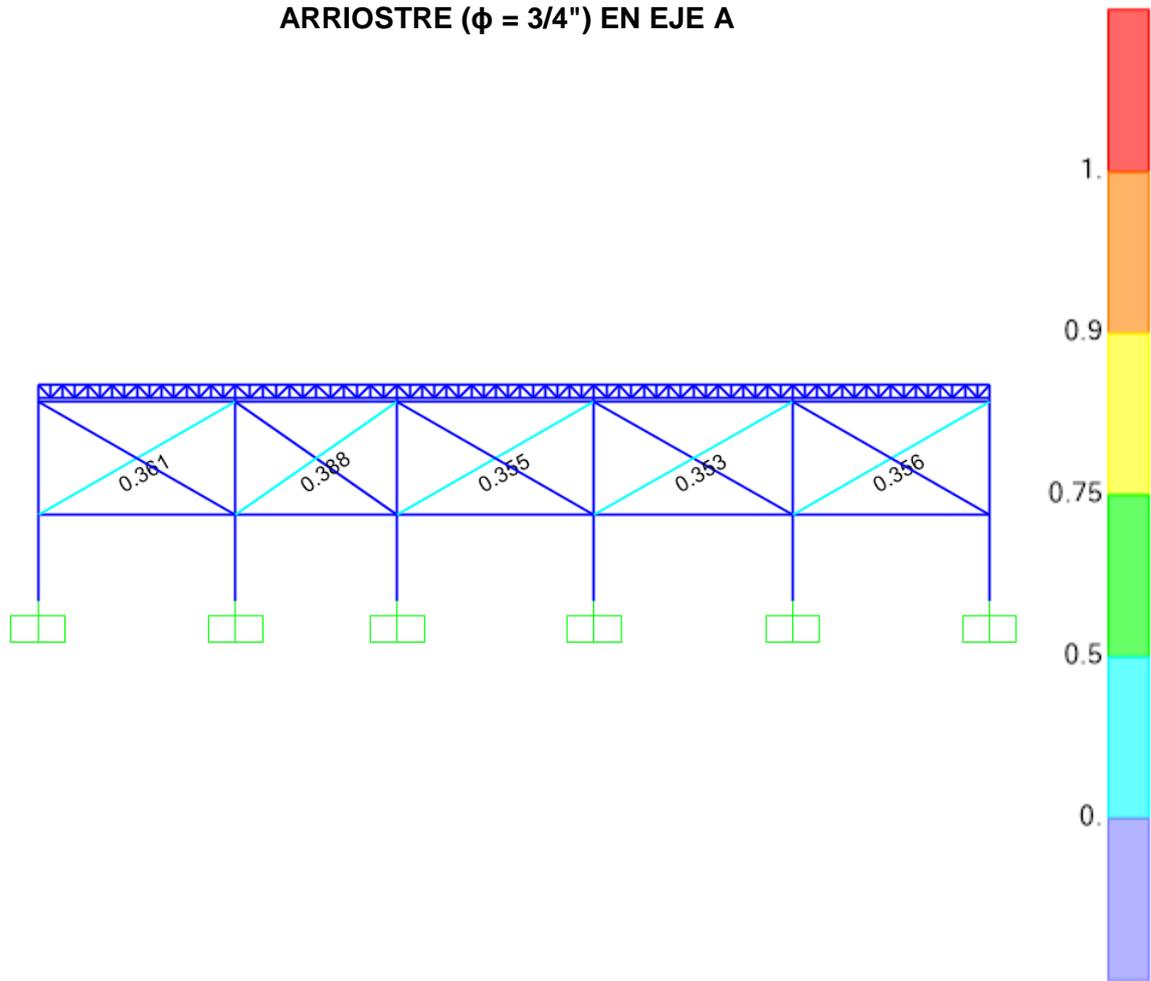
Acción: Sobrecarga



Se aprecia una deflexión igual a  $9.13 \text{ mm} \leq 11350/180 = 63.06$ , OK

# ARRIOSTRE VERTICAL

## ARRIOSTRE ( $\phi = 3/4"$ ) EN EJE A



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 1409      Analysis Section: BL 3/4  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: BL 3/4

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	-----//--MAJ-SHR---MIN-SHR--/ RATIO	RATIO
0.9D+1.3W	11.31	0.002 (T)	= 0.002 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.3W	0.00	0.002 (T)	= 0.002 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.3W	5.65	0.002 (T)	= 0.002 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.3W	11.31	0.002 (T)	= 0.002 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	0.00	0.394 (T)	= 0.394 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	5.65	0.394 (T)	= 0.394 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	11.31	0.394 (T)	= 0.394 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000

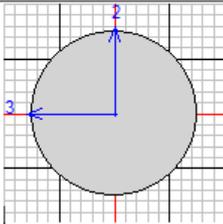
Strength       Deflection                 

Stylesheet: Default

## Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File Units: KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 0.9D+1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 1409	Design Sect: BL 3/4
X Mid : 45475.000	Design Type: Brace
Y Mid : -23720.000	Frame Type : Braced Frame
Z Mid : 8250.000	Sect Class : Compact
Length : 11305.419	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3
Loc : 11305.419	RLLF : 1.000

Area : 286.521	SMajor : 684.069	rMajor : 4.775	AVMajor: 257.869
IMajor : 6532.860	SMinor : 684.069	rMinor : 4.775	AVMinor: 257.869
IMinor : 6532.860	ZMajor : 1161.312	E : 196.133	
Ixy : 0.000	ZMinor : 1161.312	Fy : 0.248	

**DESIGN MESSAGES**  
Warning:  $l/r > 300$  (AISC-LRFD B7, AISC-LRFD SAM 2)

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
11305.419	25.237	0.000	0.000	-0.008	-6.970E-06	0.000

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1a)	0.394	= 0.394	+ 0.000	+ 0.000	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	25.237	0.074	63.979

**MOMENT DESIGN**

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	0.000	229.126	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	0.000	229.126	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

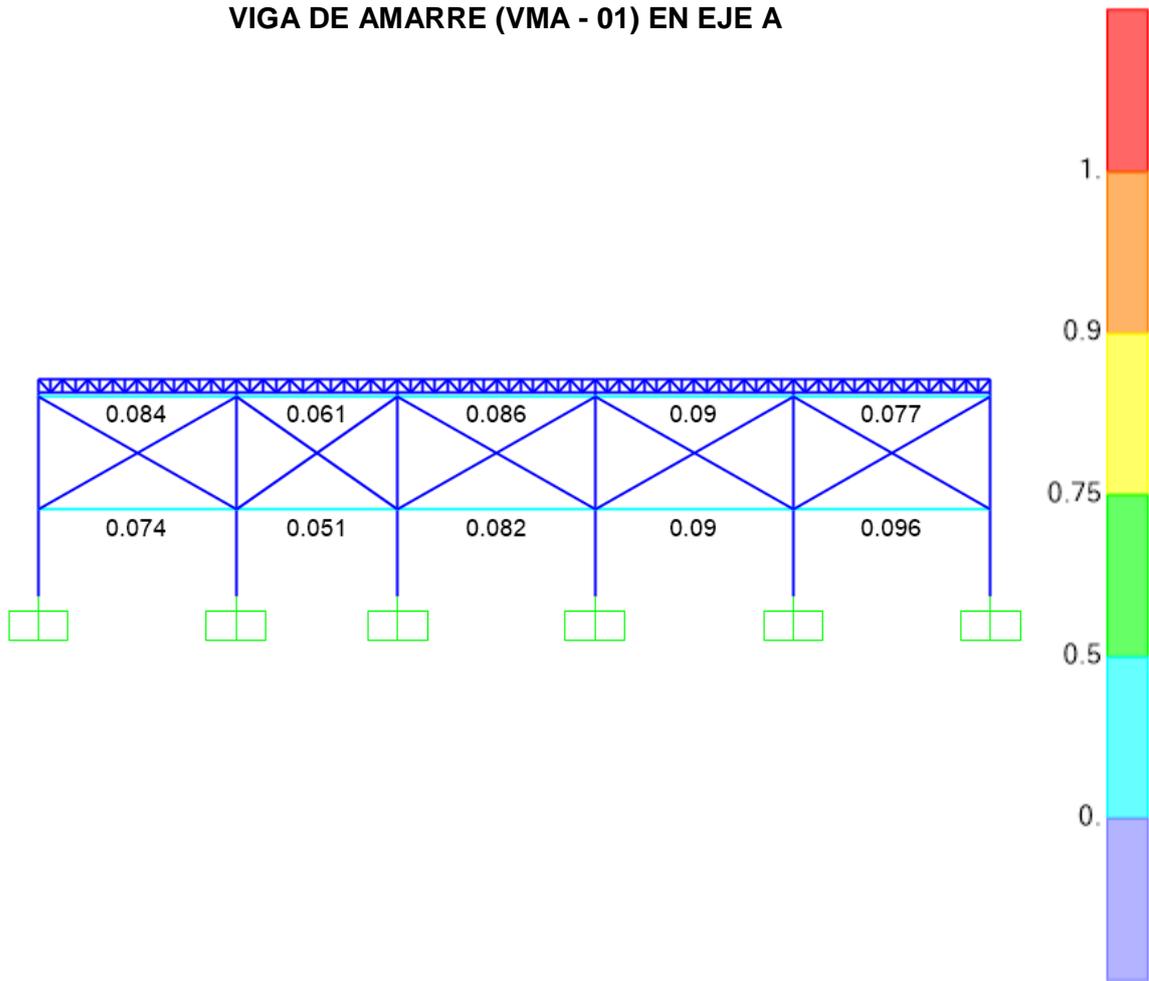
**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	0.008	34.549	0.000	OK	0.000
Minor Shear	6.970E-06	34.549	0.000	OK	0.000

\*El control de esbeltez para elementos en tracción ( $L/r > 300$ ) no aplica para varillas lisas.

# VIGA DE AMARRE

## VIGA DE AMARRE (VMA - 01) EN EJE A



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 1309      Analysis Section: VMA - 01  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: VMA - 01

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	--MAJ-SHR--	MIN-SHR-
		RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
1.2D+1.0E	2.93	0.086 (C) = 0.032 + 0.049 + 0.004	0.003	0.000
1.2D+1.0E	3.42	0.089 (C) = 0.032 + 0.054 + 0.003	0.002	0.000
1.2D+1.0E	3.91	0.093 (C) = 0.032 + 0.058 + 0.003	0.002	0.000
1.2D+1.0E	4.40	0.095 (C) = 0.032 + 0.061 + 0.002	0.001	0.000
1.2D+1.0E	4.89	0.096 (C) = 0.032 + 0.063 + 0.000	0.000	0.000
1.2D+1.0E	5.38	0.096 (C) = 0.032 + 0.064 + 0.000	0.000	0.000
1.2D+1.0E	5.87	0.096 (C) = 0.032 + 0.064 + 0.000	0.000	0.000

Strength       Deflection                 

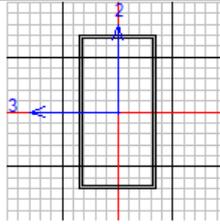
Stylesheet: Default

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93



File

Units KN, mm, C



AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK

Combo : 1.2D+1.0Ex  
Units : KN, mm, C

Frame : 1309                      Design Sect: VMA - 01  
X Mid : 78325.000                Design Type: Beam  
Y Mid : -23720.000               Frame Type : Braced Frame  
Z Mid : 5000.000                 Sect Class : Slender  
Length : 11250.000               Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
Loc : 5869.565                 RLLF : 1.000

Area : 5256.000                 SMajor : 418596.480               rMajor : 109.299                 AVMajor: 3600.000  
IMajor : 62789472.000            SMinor : 284016.960               rMinor : 63.661                 AVMinor: 1800.000  
IMinor : 21301272.000            ZMajor : 513432.000               E : 200.000  
Ixy : 0.000                       ZMinor : 316332.000               Fy : 0.265

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
5869.565	-15.859	7666.908	30.740	0.119	-0.067	-37.351

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-lb)	0.096	= 0.032	+ 0.064	+ 0.000	1.000	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-15.859	247.656	1253.083

MOMENT DESIGN

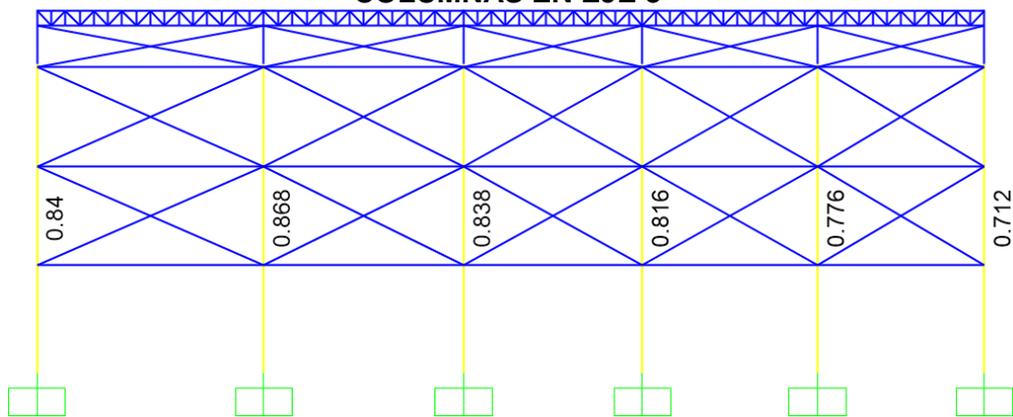
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	7793.116	122407.323	1.000	1.016	1.000	1.000	1.000	1.136
Minor Moment	30.740	38632.795	0.228	1.000	1.000	1.000	1.000	

SHEAR DESIGN

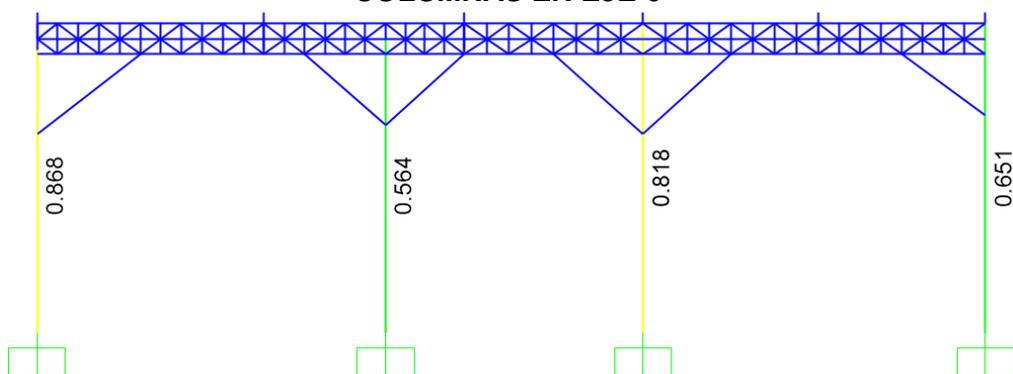
	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	0.119	514.966	0.000	OK	0.000
Minor Shear	0.067	257.483	0.000	OK	0.000

BLOQUE C

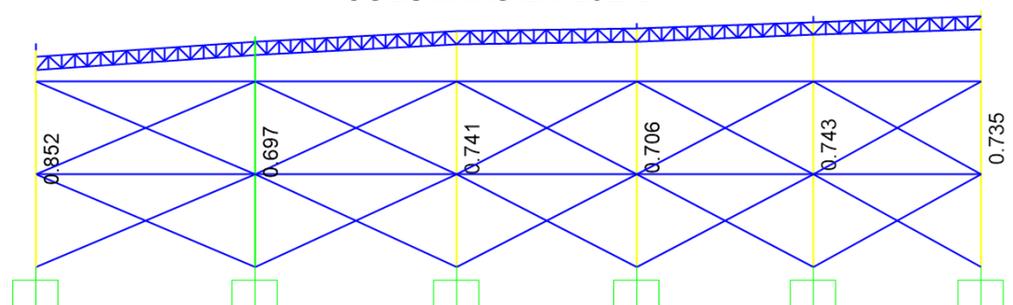
### COLUMNAS EN EJE 3



### COLUMNAS EN EJE 6

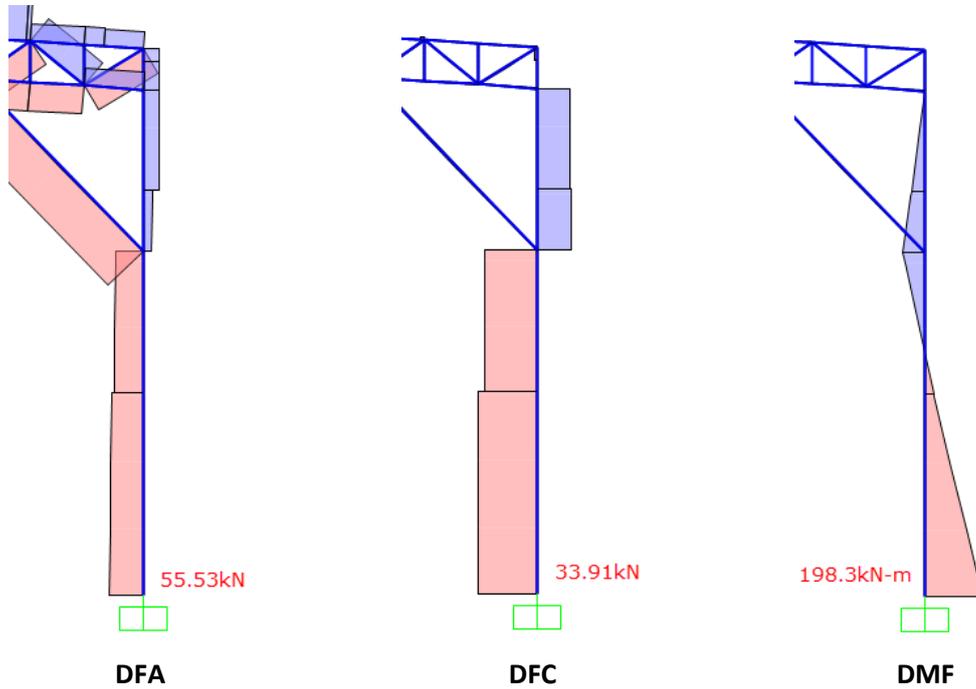


### COLUMNAS EN EJE D1



# Proceso de cálculo de columna CR – 03

Combinación crítica: 1.2D –1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 1633      Analysis Section: CR - 03 (600X300X6)  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: CR - 03 (600X300X6)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.0E	10000.0	0.288 (C)	= 0.009 + 0.138 + 0.140	0.036	0.010
1.2D+1.0E	10000.0	0.287 (C)	= 0.008 + 0.138 + 0.140	0.056	0.045
1.2D+1.0E	11536.1	0.181 (C)	= 0.008 + 0.048 + 0.126	0.056	0.045
1.2D+1.0E	12484.2	0.346 (C)	= 0.008 + 0.078 + 0.261	0.056	0.045
1.2D+1.0E	12484.2	0.345 (C)	= 0.006 + 0.077 + 0.261	0.077	0.109
1.2D+1.0E	13184.2	0.006 (C)	= 0.006 + 0.000 + 0.000	0.077	0.109
1.2D-1.0E	0.00	0.743 (C)	= 0.012 + 0.462 + 0.270	0.055	0.016

Strength       Deflection                 

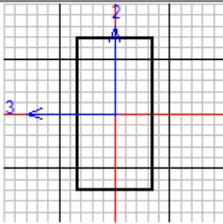
Stylesheet: Default

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C v



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D-1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 1633                      Design Sect: CR - 03 (600X300X6)  
 X Mid : 39990.800                Design Type: Column  
 Y Mid : 35630.000                Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 6592.078                 Sect Class : Slender  
 Length : 13184.156              Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                      RLLF : 1.000

Area : 10656.000                SMajor : 1736202.240              rMajor : 221.087                AVMajor: 7200.000  
 IMajor : 520860672.0            SMinor : 1196628.480              rMinor : 129.786                AVMinor: 3600.000  
 IMinor : 179494272.0            ZMajor : 2106432.000              E : 200.000  
 Ixy : 0.000                      ZMinor : 1307232.000              Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-55.534	198287.557	52785.343	33.906	10.470	-2490.973

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.743	= 0.012	+ 0.462	+ 0.270	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-55.534	2375.437	3310.549

**MOMENT DESIGN**

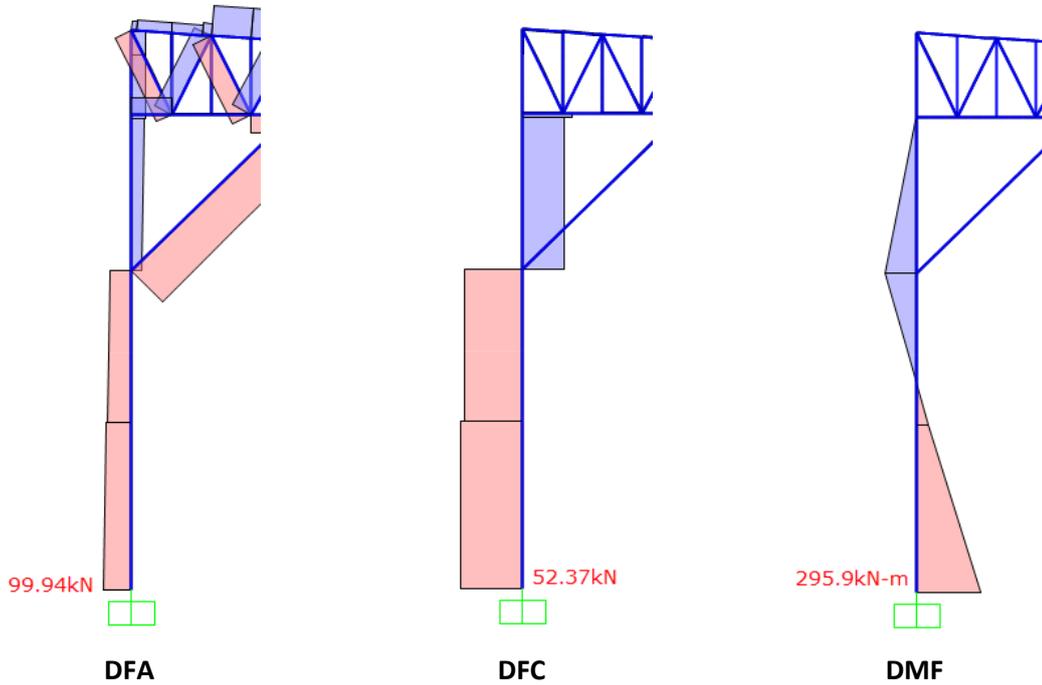
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	198287.557	429600.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	52785.343	195600.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.375	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	33.906	614.067	0.055	OK	0.000
Minor Shear	10.470	671.057	0.016	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 04

Combinación crítica: 1.2D –1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 2  
Design Code: AISC-LRFD93  
Analysis Section: CR - 04 (600X300X8)  
Design Section: CR - 04 (600X300X8)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.0E	7100.00	0.298 (C)	= 0.014 + 0.178 + 0.106	0.034	0.018
1.2D+1.0E	9525.00	0.344 (C)	= 0.013 + 0.312 + 0.019	0.034	0.018
1.2D+1.0E	9525.00	0.337 (C)	= 0.006 + 0.312 + 0.019	0.033	0.001
1.2D+1.0E	14050.0	0.019 (C)	= 0.005 + 0.010 + 0.003	0.033	0.001
1.2D+1.0E	14050.0	0.018 (C)	= 0.004 + 0.010 + 0.003	0.034	0.008
1.2D+1.0E	14200.0	0.004 (C)	= 0.004 + 0.000 + 0.000	0.034	0.008
1.2D-1.0E	0.00	0.868 (C)	= 0.017 + 0.416 + 0.435	0.036	0.045

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
Display Details for Selected Item: Details  
Display Complete Details: Tabular Data

Strength  Deflection

OK Cancel

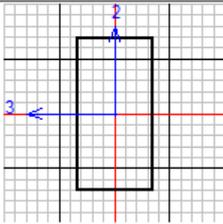
Stylesheet: Default  
Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D-1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 2                      Design Sect: CR - 04 (600X300X8)  
 X Mid : 0.000                Design Type: Column  
 Y Mid : 10350.000          Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 7100.000            Sect Class : Slender  
 Length : 14200.000        Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                RLLF : 1.000

Area : 14144.000            SMajor : 2287171.129        rMajor : 220.254            VMajor: 9600.000  
 IMajor : 686151338.7       SMinor : 1568176.924       rMinor : 128.961           VMinor: 4800.000  
 IMinor : 235226538.67      ZMajor : 2785024.000       E : 200.000  
 Ixy : 0.000                ZMinor : 1724224.000       Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-99.937	-295947.547	-135697.903	-52.373	-40.537	-4165.331

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.868	= 0.017	+ 0.416	+ 0.435	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-99.937	2981.878	4394.183

**MOMENT DESIGN**

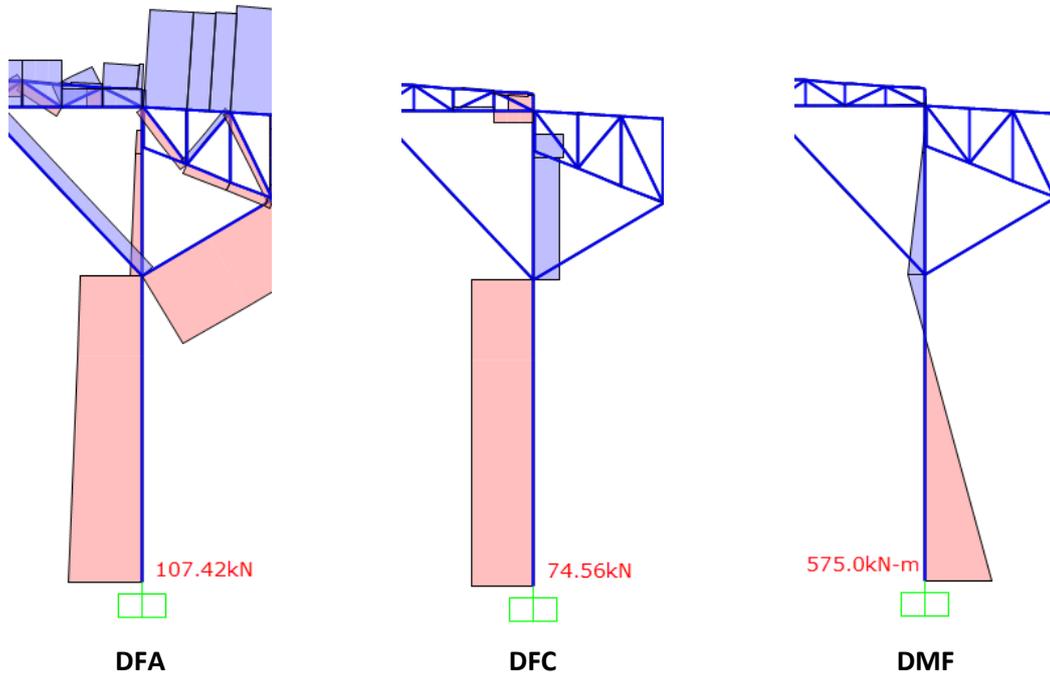
	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-295947.547	710800.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-135697.903	311800.000	0.850	1.000	1.000	1.000	0.352	

**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	52.373	1448.638	0.036	OK	0.000
Minor Shear	40.537	894.743	0.045	OK	0.000

# Proceso de cálculo de columna CR – 05

Combinación crítica: 1.2D –1.0Ex



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 7  
 Design Code: AISC-LRFD93  
 Analysis Section: CR - 05 (600X300X12)  
 Design Section: CR - 05 (600X300X12)

COMBO ID	STATION LOC	Ratio	MOMENT INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
1.2D+1.0E	6750.00	0.142 (C)	= 0.017 + 0.044 + 0.081	0.029	0.025
1.2D+1.0E	9160.00	0.371 (C)	= 0.017 + 0.139 + 0.215	0.029	0.025
1.2D+1.0E	9160.00	0.359 (C)	= 0.005 + 0.139 + 0.215	0.012	0.028
1.2D+1.0E	12800.0	0.045 (C)	= 0.003 + 0.026 + 0.015	0.012	0.028
1.2D+1.0E	12800.0	0.044 (C)	= 0.003 + 0.026 + 0.014	0.015	0.009
1.2D+1.0E	13500.0	0.003 (C)	= 0.003 + 0.000 + 0.000	0.015	0.009
1.2D-1.0E	0.00	0.868 (C)	= 0.020 + 0.553 + 0.295	0.029	0.025

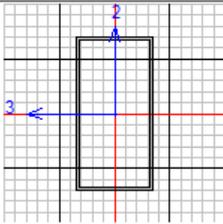
Buttons: Modify/Show Overwrites (Overwrites), Display Details for Selected Item (Details), Display Complete Details (Tabular Data), Strength (selected), Deflection, OK, Cancel, Stylesheet: Default, Table Format File

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 ✕

File

Units KN, mm, C ▾



**AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK**  
 Combo : 1.2D-1.0Ex  
 Units : KN, mm, C

Frame : 7                      Design Sect: CR - 05 (600X300X12)  
 X Mid : 29450.000            Design Type: Column  
 Y Mid : 0.000                Frame Type : Braced Frame  
 Z Mid : 6750.000            Sect Class : Slender  
 Length : 13500.000        Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 0.000                 RLLF : 1.000

Area : 21024.000            SMajor : 3348771.840            rMajor : 218.598            AVMajor: 14400.000  
 IMajor : 1004631552.0      SMinor : 2272135.680            rMinor : 127.322            AVMinor: 7200.000  
 IMinor : 340820352.0       ZMajor : 4107456.000            E : 200.000  
 Ixy : 0.000                 ZMinor : 2530656.000            Fy : 0.345

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-107.415	575019.712	-176120.357	-74.558	28.316	-6550.291

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO**

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1b)	0.868	= 0.020	+ 0.553	+ 0.295	1.000	OK

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-107.415	2709.091	6531.624

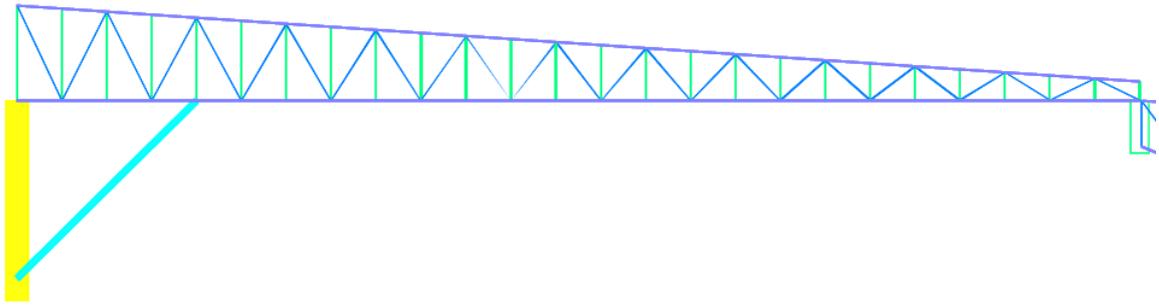
**MOMENT DESIGN**

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	575019.712	1040700.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	-176120.357	596700.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

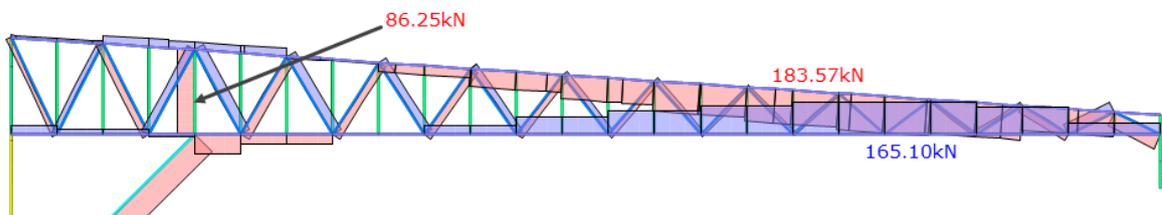
**SHEAR DESIGN**

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	78.550	2694.229	0.029	OK	0.000
Minor Shear	33.241	1342.115	0.025	OK	0.000

## ARMADURA A – 04

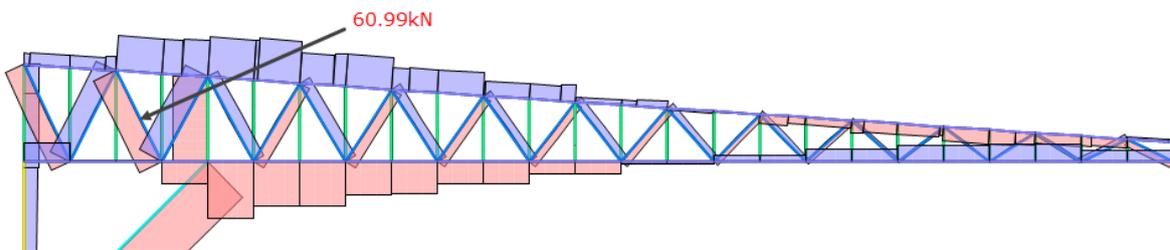


**Brida superior, inferior y montantes:** Combinación crítica:  $1.2D + 0.5Lr + 1.3W$



**Diagonales:**

Combinación crítica:  $1.2D - 1.0Ey$

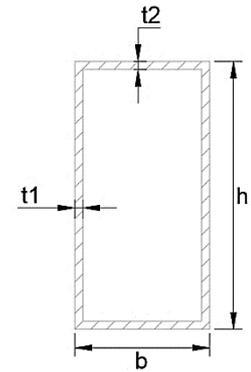


## Resumen de diseño

### Brida Sup.: TC 40X60X3 +PLT.3mm

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 43.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $Ag = 714 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 198015 \text{ mm}^4$   
 $ry = 16.65 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 21.50 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$



### Brida Inf.: TC 40X60X3

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 40.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $Ag = 564 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 143132 \text{ mm}^4$   
 $ry = 15.93 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 20.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Montante: TC 38X38X2.5

$h = 38.00 \text{ mm}$   
 $b = 38.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $Ag = 355 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 74935 \text{ mm}^4$   
 $ry = 14.53 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 19.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Diagonal: TC 32X32X2.5

$h = 32.00 \text{ mm}$   
 $b = 32.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $Ag = 295 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 43095 \text{ mm}^4$   
 $ry = 12.09 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 16.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Cargas:

#### Bridas

$Pu = 183.57 \text{ kN}$   
 $Pu = 165.10 \text{ kN}$

#### Diagonales

$Pu = 60.99 \text{ kN}$

#### Montantes

Fuerza axial en compresión  
 Fuerza axial en tensión

Fuerza axial en compresión

Pu = 86.25 kN

Fuerza axial en compresión

## Brida superior

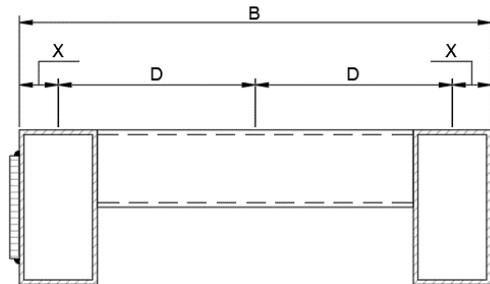
### Dimensionamiento

B = 500 mm  
X = x(bar) = 22 mm  
D = B/2 - X = 229 mm  
Ie = Iy + AgD<sup>2</sup> = 74955123 mm<sup>4</sup>  
re = √(Ie/Ag) = 229 mm

Base de la sección

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESIÓN

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

φ = 0.85  
k = 1.00  
Le = 29.52  
L = 9.84 m  
a = 1.18 m  
a/ry = 70.90  
kL/ro = 42.95  
kL/r = 77.10

Factor de resistencia

Factor de longitud efectiva

Longitud del elemento

Longitud no arriostrada

Distancia entre conectores

**KL/r < 200 OK**

Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

##### Esfuerzo de pandeo por flexión

λc = 0.89  
Fcr = 189.7 Mpa  
Ag = 1428 mm<sup>2</sup>  
Pn = 270.87 kN  
φPn = 230.24 kN = 23.47 Tn

Ec. (5.2-2)

Ec. (5.2-1)

## Brida inferior

### DISEÑO A TRACCIÓN

(RNE E.090 Capitulo 4)

#### Fluencia en tracción

φ = 0.90  
Ag = 1128 mm<sup>2</sup>  
Pn = AgFy = 298.77 kN

Factor de resistencia

Área total

Ec. (4.1-1)

$\phi P_n =$	268.90 kN = 27.41 Tn	Resistencia nominal
--------------	----------------------	---------------------

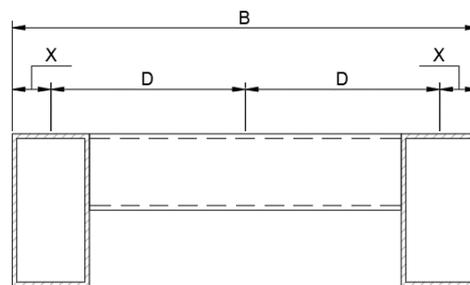
**Ruptura en tracción**

$\phi =$	0.75	Factor de resistencia
$U = 1 - x/L$	1.00	
$A_e = A_g U$	1128 mm <sup>2</sup>	Área neta afectiva
$P_n = A_e F_u$	354.10 kN	Ec. (4.1-2)
$\phi P_n =$	265.58 kN = 27.07 Tn	Resistencia nominal

**Diagonales**

**Dimensionamiento**

$B =$	500 mm	Base de la sección
$X = x(\text{bar}) =$	16 mm	
$D = B/2 - X =$	234 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2 =$	32392229 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e/A_g} =$	234 mm	Radio de giro efectivo



**DISEÑO A COMPRESION**

(RNE E.090 Capitulo 5)

**Análisis por estabilidad**

$\phi =$	0.85	Factor de resistencia
$k =$	1.00	Factor de longitud efectiva
$L =$	2.62 m	Longitud no arriostrada
$a =$	1.00 m	Distancia entre conectores
$a/r_y =$	82.74	
$kL/r_o =$	11.18	
$kL/r =$	75.65	<b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>
		Ec. (5.4-2)

**Pandeo por Flexión**

**Esfuerzo de pandeo por flexión**

$\lambda_c =$	0.88	
$F_{cr} =$	192.1 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	590 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	113.31 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	96.32 kN = 9.82 Tn	

## Montantes

### Dimensionamiento

B	= 500 mm	Base de la sección
X = x(bar)	= 19 mm	
D = B/2-X	= 231 mm	
I <sub>e</sub> = I <sub>y</sub> +AgD <sup>2</sup>	= 38036179 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
r <sub>e</sub> = √(I <sub>e</sub> /Ag)	= 231 mm	Radio de giro efectivo

### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

φ =	0.85	Factor de resistencia
k =	1.00	Factor de longitud efectiva
L =	2.18 m	Longitud no arriostrada
a =	1.00 m	Distancia entre conectores
a/r <sub>y</sub> =	68.83	
kL/r <sub>o</sub>	9.42	
kL/r =	62.91	<b>KL/r &lt; 200 OK</b>
		Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

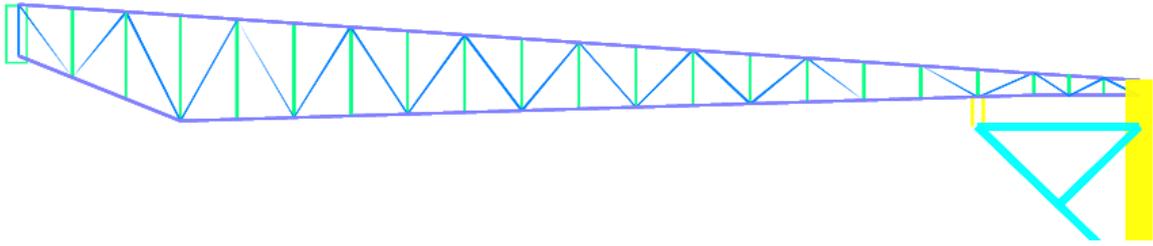
##### Esfuerzo de pandeo por flexión

λ <sub>c</sub> =	0.73	
F <sub>cr</sub> =	212.1 Mpa	Ec. (5.2-2)
A <sub>g</sub> =	710 mm <sup>2</sup>	
P <sub>n</sub> =	150.57 kN	Ec. (5.2-1)
φP <sub>n</sub> =	127.99 kN	= 13.05 Tn

### Relación demanda/capacidad

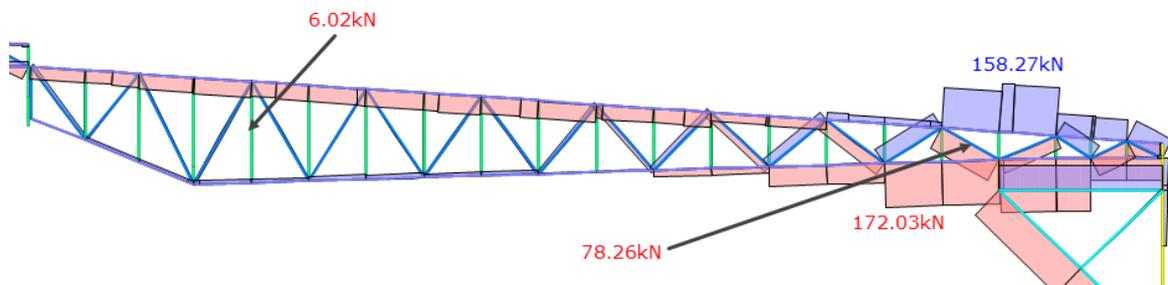
Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida en compresión</b>	2 TC.40X60X3.0	183.57 kN	230.24 kN	0.80
<b>Brida en tensión</b>	2 TC.40X60X3.0	165.10 kN	265.58 kN	0.62
<b>Diagonales</b>	2 TC.32X32X2.5	60.99 kN	96.32 kN	0.63
<b>Montante</b>	2 TC.38X38X2.5	86.25 kN	127.99 kN	0.67

## ARMADURA A – 05



**Brida superior, inferior,  
diagonales y montantes:**

Combinación crítica: 1.2D + 1.0Ex

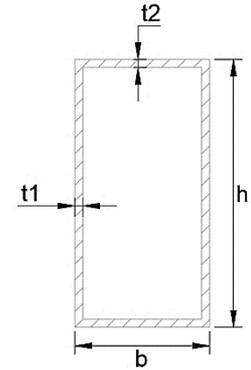


## Resumen de diseño

### Brida Sup.: TC 40X60X3

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 40.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $Ag = 564 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 143132 \text{ mm}^4$   
 $ry = 15.93 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 20.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$



### Brida Inf.: TC 40X60X3 +PLT.3mm

$h = 60.00 \text{ mm}$   
 $b = 43.00 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$   
 $Ag = 714 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 198015 \text{ mm}^4$   
 $ry = 16.65 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 21.50 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Montante: TC 38X38X2.5

$h = 38.00 \text{ mm}$   
 $b = 38.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $Ag = 355 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 74935 \text{ mm}^4$   
 $ry = 14.53 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 19.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Diagonal: TC 32X32X2.5

$h = 32.00 \text{ mm}$   
 $b = 32.00 \text{ mm}$   
 $t = 2.50 \text{ mm}$   
 $Ag = 295 \text{ mm}^2$   
 $Iy = 43095 \text{ mm}^4$   
 $ry = 12.09 \text{ mm}$   
 $x(\text{bar}) = 16.00 \text{ mm}$

**Material: A500 GrA**  
 $Fy = 264.9 \text{ Mpa}$   
 $Fu = 313.9 \text{ Mpa}$   
 $E = 200000 \text{ Mpa}$

### Cargas:

#### Bridas

$Pu = 172.03 \text{ kN}$   
 $Pu = 158.27 \text{ kN}$

#### Diagonales

$Pu = 78.26 \text{ kN}$

#### Montantes

Fuerza axial en compresión

Fuerza axial en tensión

Fuerza axial en compresión

$P_u = 6.02 \text{ kN}$

Fuerza axial en compresión

## Brida superior

### DISEÑO A TRACCIÓN

(RNE E.090 Capitulo 4)

#### Fluencia en tracción

$\phi = 0.90$   
 $A_g = 1128 \text{ mm}^2$   
 $P_n = A_g F_y = 298.77 \text{ kN}$   
 $\phi P_n = 268.90 \text{ kN} = 27.41 \text{ Tn}$

Factor de resistencia  
Área total  
Ec. (4.1-1)  
Resistencia nominal

#### Ruptura en tracción

$\phi = 0.75$   
 $U = 1 - x/L = 1.00$   
 $A_e = A_g U = 1128 \text{ mm}^2$   
 $P_n = A_e F_u = 354.10 \text{ kN}$   
 $\phi P_n = 265.58 \text{ kN} = 27.07 \text{ Tn}$

Factor de resistencia  
Área neta afectiva  
Ec. (4.1-2)  
Resistencia nominal

## Brida inferior

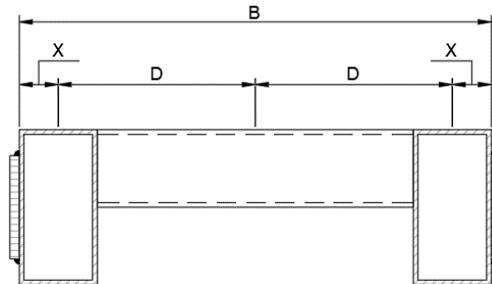
### Dimensionamiento

$B = 500 \text{ mm}$   
 $X = x(\text{bar}) = 22 \text{ mm}$   
 $D = B/2 - X = 229 \text{ mm}$   
 $I_e = I_y + A_g D^2 = 74955123 \text{ mm}^4$   
 $r_e = \sqrt{I_e/A_g} = 229 \text{ mm}$

Base de la sección

Inercia efectiva

Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESIÓN

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi = 0.85$   
 $k = 1.00$   
 $L_e = 23.97$   
 $L = 12.11 \text{ m}$   
 $a = 1.35 \text{ m}$   
 $a/r_y = 80.82$   
 $kL/r_o = 52.86$   
 $kL/r = 90.12$

Factor de resistencia  
Factor de longitud efectiva  
Longitud del elemento  
Longitud no arriostrada  
Distancia entre conectores

**$KL/r < 200 \text{ OK}$**

Ec. (5.4-2)

### Pandeo por Flexión

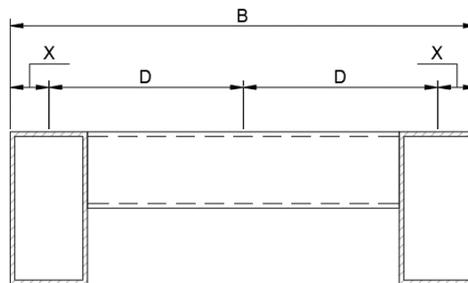
#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	1.04	
$F_{cr} =$	167.8 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	1428 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	239.69 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	230.73 kN = 20.77 Tn	

## Diagonales

### Dimensionamiento

B	= 500 mm	Base de la sección
X = x(bar)	= 16 mm	
D = B/2-X	= 234 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 32392229 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e / A_g}$	= 234 mm	Radio de giro efectivo



### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

$\phi =$	0.85	Factor de resistencia
k =	1.00	Factor de longitud efectiva
L =	1.54 m	Longitud no arriostrada
a =	1.00 m	Distancia entre conectores
$a/r_y =$	82.74	
$kL/r_o$	6.57	
$kL/r =$	75.11	<b><math>KL/r &lt; 200</math> OK</b>

Ec. (5.4-2)

### Pandeo por Flexión

#### Esfuerzo de pandeo por flexión

$\lambda_c =$	0.87	
$F_{cr} =$	192.9 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	590 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	113.84 kN	Ec. (5.2-1)
$\phi P_n =$	96.76 kN = 9.86 Tn	

## Montantes

### Dimensionamiento

B	= 500 mm	Base de la sección
X = x(bar)	= 19 mm	
D = B/2-X	= 231 mm	
$I_e = I_y + A_g D^2$	= 38036179 mm <sup>4</sup>	Inercia efectiva
$r_e = \sqrt{I_e / A_g}$	= 231 mm	Radio de giro efectivo

### DISEÑO A COMPRESION

(RNE E.090 Capitulo 5)

#### Análisis por estabilidad

φ =	0.85	Factor de resistencia
k =	1.00	Factor de longitud efectiva
L =	2.37 m	Longitud no arriostrada
a =	1.00 m	Distancia entre conectores
a/r <sub>y</sub> =	68.83	
kL/r <sub>o</sub>	10.23	
kL/r =	63.04	<b>KL/r &lt; 200 OK</b>
		Ec. (5.4-2)

#### Pandeo por Flexión

##### Esfuerzo de pandeo por flexión

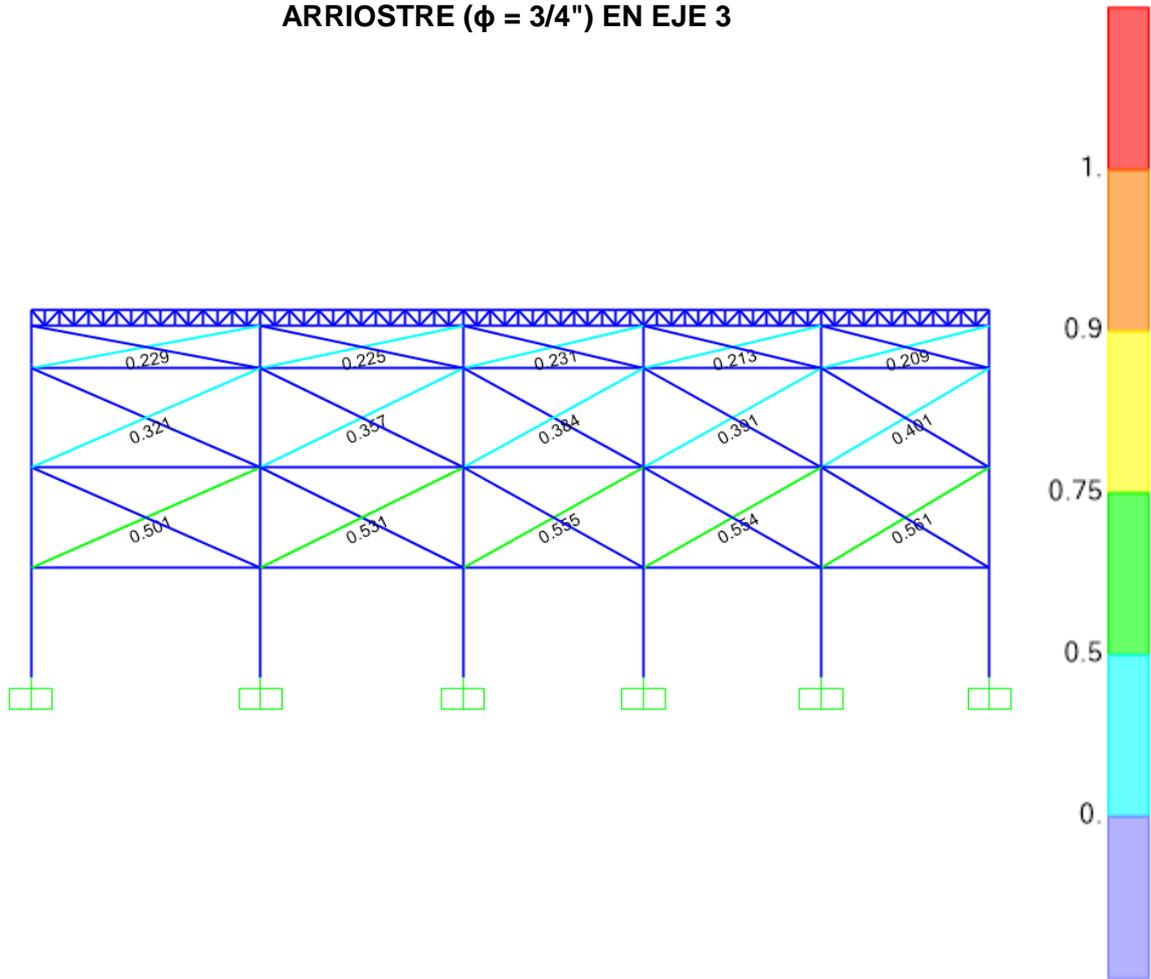
λ <sub>c</sub> =	0.73	
F <sub>cr</sub> =	211.9 Mpa	Ec. (5.2-2)
A <sub>g</sub> =	710 mm <sup>2</sup>	
P <sub>n</sub> =	150.44 kN	Ec. (5.2-1)
φP <sub>n</sub> =	127.87 kN	= 13.03 Tn

### Relación demanda/capacidad

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
<b>Brida en compresión</b>	2 TC.40X60X3.0	172.03 kN	203.73 kN	0.84
<b>Brida en tensión</b>	2 TC.40X60X3.0	158.27 kN	265.58 kN	0.60
<b>Diagonales</b>	2 TC.32X32X2.5	78.26 kN	96.76 kN	0.81
<b>Montante</b>	2 TC.38X38X2.5	6.02 kN	127.87 kN	0.05

# ARRIOSTRE VERTICAL

## ARRIOSTRE ( $\phi = 3/4"$ ) EN EJE 3



Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID: 681      Analysis Section: BR 3/4  
 Design Code: AISC-LRFD93      Design Section: BR 3/4

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK =	AXL + B-MAJ + B-MIN	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
0.9D+1.0E	8.85	0.000 (T)	=	0.000 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D-1.0E	0.00	0.000 (T)	=	0.000 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D-1.0E	4.42	0.000 (T)	=	0.000 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D-1.0E	8.85	0.000 (T)	=	0.000 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	0.00	0.561 (T)	=	0.561 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	4.42	0.561 (T)	=	0.561 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
0.9D+1.0E	8.85	0.561 (T)	=	0.561 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000

Modify/Show Overwrites:

Display Details for Selected Item:

Display Complete Details:

Strength  Deflection

Stylesheet: Default

# Resumen de diseño

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93 X

File Units KN, mm, C

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK  
 Combo : 0.9D+1.0Ey  
 Units : KN, mm, C

```

Frame : 681           Design Sect: BR 3/4
X Mid : 0.000        Design Type: Brace
Y Mid : 39430.000    Frame Type : Braced Frame
Z Mid : 7262.500     Sect Class : Compact
Length : 8845.090    Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3
Loc : 8845.090      RLLF : 1.000
    
```

```

Area : 286.521      SMajor : 684.069      rMajor : 4.775      AVMajor: 257.869
IMajor : 6532.860  SMinor : 684.069      rMinor : 4.775      AVMinor: 257.869
IMinor : 6532.860 ZMajor : 1161.312    E : 200.000
Ixy : 0.000        ZMinor : 1161.312    Fy : 0.248
    
```

DESIGN MESSAGES  
Warning:  $l/r > 300$  (AISC-LRFD B7, AISC-LRFD SAM 2)

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
8845.090	35.883	0.000	0.000	-0.014	4.171E-04	0.000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-la)	0.561	= 0.561	+ 0.000	+ 0.000	1.000	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	35.883	0.123	64.006

MOMENT DESIGN

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	0.000	229.221	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Moment	0.000	229.221	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

SHEAR DESIGN

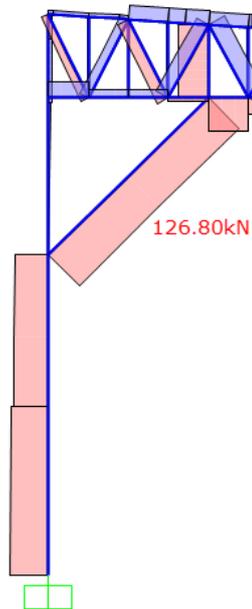
	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	0.014	34.563	0.000	OK	0.000
Minor Shear	4.171E-04	34.563	1.207E-05	OK	0.000

\*El control de esbeltez para elementos en tracción ( $L/r > 300$ ) no aplica para varillas lisas.

## PUNTAL DIAGONAL

**Carga Axial:**

Combinación crítica: 1.2D + 0.5Lr + 1.3W



### Resumen de diseño

**Perfil:** TC 150X150X6

b = 150 mm

h = 150 mm

t = 6.0 mm

Ag = 3456 mm<sup>2</sup>

rx = 58.8 mm

ry = 58.8 mm

**Material:** A500 Gr.A

E = 200000 Mpa

Fy = 264.9 Mpa

Fu = 313.9 Mpa

**Cargas:**

Pu = 126.8 kN

Carga axial en compresión

**Relación Ancho-Espesor**

(RNE E.090 Capitulo 2)

$\lambda_p = 500/\sqrt{F_y}$  30.72

$\lambda_r = 625/\sqrt{F_y}$  38.40

$\lambda = b/t$  22.00

**Compacto**

**DISEÑO A COMPRESION**

(RNE E.090 Capitulo 5)

**Análisis por estabilidad**

$\phi =$	0.85	
$k_x =$	1.00	
$k_y =$	1.00	
$L_x =$	6.64 m	Longitud efectiva
$L_y =$	6.64 m	
$kL_x/r_x =$	112.82	<b><i>KL/rx &lt; 200 OK</i></b>
$kL_y/r_y =$	112.82	<b><i>KL/ry &lt; 200 OK</i></b>

**Esfuerzo de pandeo por flexión**

$\lambda_c =$	1.31	Ec. (5.2-4)
$F_{cr} =$	129.60 Mpa	Ec. (5.2-2)
$A_g =$	3456 mm <sup>2</sup>	
$P_n =$	448.9 kN	
$\phi P_{nc} =$	380.7 kN	Ec. (5.2-1)

**Relación demanda/capacidad**

Elemento	Perfil	Demanda	Capacidad	D/C
Puntal	TC. 150X6	126.80 kN	380.7 kN	0.33

# ANEXO 9. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE CONEXIONES

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



## Datos del proyecto

Nombre del proyecto TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Número del Proyecto

Autor T.A.L.

Descripción Universidad Cesar Vallejo

Fecha 28/05/2022

Normativa de cálculo AISC 360-16

## Material

Acero A572 Gr.50

Hormigón 210 kg/cm<sup>2</sup>

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



### Ítem del proyecto PB\_CR-05

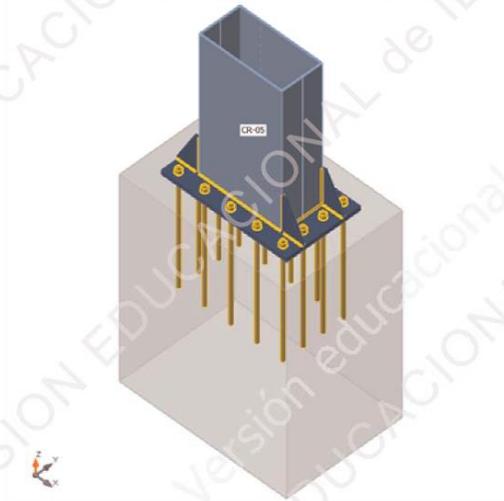
#### Diseño

Nombre: PB\_CR-05  
 Descripción:  
 Análisis: Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio  
 Normativa de cálculo: AISC - LRFD 2016

#### Elementos

##### Geometry

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
CR-05	2 - General	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



#### Secciones

Nombre	Material
2 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Secciones

Nombre	Material	Dibujo
2 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50	

### Anclajes

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
1" A193 B7	1" A193 B7	25	861.8	507

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LRFD	CR-05	-107.0	0.0	-75.0	0.0	575.0	0.0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
CB 1		
Dimensiones	832 x 1200	mm
Profundidad	1500	mm
Anclaje	1" A193 B7	
Longitud del anclaje	800	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

### Verificación

#### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100.0%	OK
Placas	0.1 < 5.0%	OK
Anclajes	84.4 < 100%	OK
Soldaduras	75.7 < 100%	OK
Bloque de hormigón	25.9 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

Proyecto:

TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor:

T.A.L.

**IDEA StatiCa**  
Calculata yesterday's estimates

### Placas

Nombre	$f_y$ [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Estado de la verificación
CR-05-bfl 1	344.7	12.0	LRFD	224.0	0.0	0.0	OK
CR-05-tfl 1	344.7	12.0	LRFD	187.0	0.0	0.0	OK
CR-05-w 1	344.7	12.0	LRFD	195.4	0.0	0.0	OK
CR-05-bfl 2	344.7	12.0	LRFD	224.0	0.0	0.0	OK
CR-05-tfl 2	344.7	12.0	LRFD	187.0	0.0	0.0	OK
CR-05-w 2	344.7	12.0	LRFD	195.4	0.0	0.0	OK
BP1	344.7	32.0	LRFD	242.7	0.0	0.0	OK
RIB1	344.7	12.0	LRFD	255.5	0.0	0.0	OK
RIB2	344.7	12.0	LRFD	255.5	0.0	0.0	OK
RIB3	344.7	12.0	LRFD	293.0	0.1	0.0	OK
RIB4	344.7	12.0	LRFD	293.0	0.1	0.0	OK

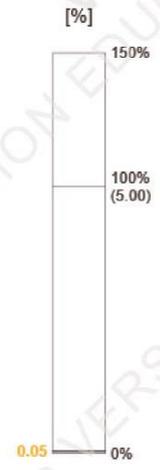
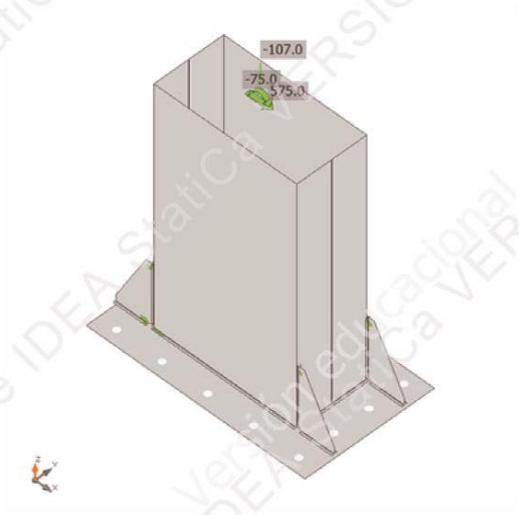
### Datos de diseño

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A572 Gr.50	344.7	5.0

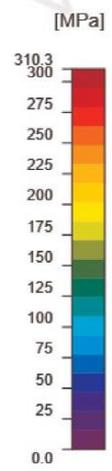
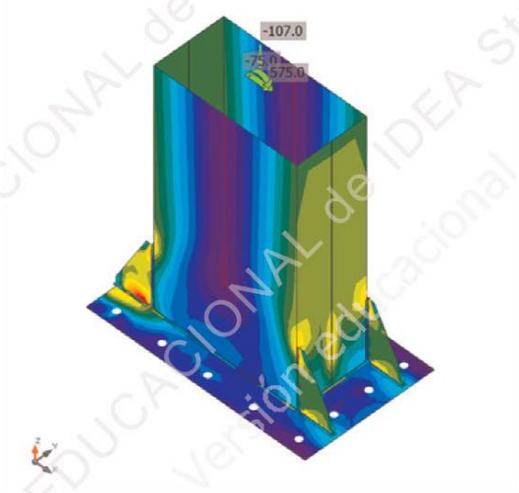


Verificación general, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
Proyecto n°:  
Autor: T.A.L.



Verificación de deformación, LRFD



Tensión equivalente, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Anclajes

Forma	Ítem	Cargas	N <sub>f</sub> [kN]	V [kN]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>s</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Detallado	Estado
	A21	LRFD	0.0	6.0	0.0	4.6	0.6	Aceptar	OK
	A22	LRFD	0.0	5.8	0.0	4.5	0.6	Aceptar	OK
	A23	LRFD	0.0	5.8	0.0	4.5	0.6	Aceptar	OK
	A24	LRFD	0.0	6.0	0.0	4.6	0.6	Aceptar	OK
	A25	LRFD	0.0	4.5	0.0	3.4	0.4	Aceptar	OK
	A26	LRFD	0.0	4.5	0.0	3.4	0.4	Aceptar	OK
	A27	LRFD	15.1	3.9	6.4	3.0	1.3	Aceptar	OK
	A28	LRFD	15.1	3.9	6.4	3.0	1.3	Aceptar	OK
	A29	LRFD	78.6	4.8	33.4	3.6	16.5	Aceptar	OK
	A30	LRFD	78.6	4.8	33.4	3.6	16.5	Aceptar	OK
	A31	LRFD	130.9	6.4	55.6	4.9	38.2	Aceptar	OK
	A32	LRFD	198.6	6.1	84.4	4.7	75.9	Aceptar	OK
	A33	LRFD	198.6	6.1	84.4	4.7	75.9	Aceptar	OK
	A34	LRFD	130.8	6.4	55.6	4.9	38.2	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Cantidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
1" A193 B7 - 1	235.4	131.1

### Resultado detallado para A33

Resistencia a tracción del anclaje (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 235.4 \text{ kN} \geq N_f = 198.6 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.70$  – factor de resistencia

$A_{se,N} = 391 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

•  $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:

◦  $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje

◦  $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Resistencia a cortante (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot 0.6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 131.1 \text{ kN} \geq V = 6.1 \text{ kN}$$

Donde:

$$\phi = 0.65 \quad \text{– factor de resistencia}$$

$$A_{se,V} = 391 \text{ mm}^2 \quad \text{– Área a tracción}$$

$$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa} \quad \text{– resistencia última específica para el acero del tornillo}$$

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Interacción tracción-cortante (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0.76 \leq 1.0$$

Donde:

$$U_{tt} = 0.84 \quad \text{– máxima ratio entre fuerza de tracción factorizada y resistencia a tracción determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes}$$

$$U_{ts} = 0.05 \quad \text{– máxima ratio entre esfuerzo cortante factorizado y resistencia a cortante determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes}$$

Armado suplementario (ACI 318-14 – 17.4.2.9; ACI 318-14 – 17.5.2.9)

El refuerzo suplementario debe resistir la fuerza de: 846.2 kN en tracción y 75.0 kN a cortante

**Perfiles soldados**

ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Detallado	Estado
BP1	CR-05-bfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	144	48	LRFD	63.0	87.0	72.4	Aceptar	OK
BP1	CR-05-tfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	144	48	LRFD	60.1	80.1	75.1	Aceptar	OK
BP1	CR-05-w 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	587	49	LRFD	67.2	88.8	75.6	Aceptar	OK
BP1	CR-05-bfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	144	48	LRFD	63.5	87.0	72.9	Aceptar	OK
BP1	CR-05-tfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	144	48	LRFD	59.9	79.8	75.1	Aceptar	OK
BP1	CR-05-w 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	587	49	LRFD	67.2	88.8	75.6	Aceptar	OK
BP1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	16.3	30.5	53.4	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	19.6	30.5	64.3	Aceptar	OK
CR-05-bfl 1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	19.8	26.3	75.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	22.3	29.5	75.6	Aceptar	OK
BP1	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	19.5	30.5	63.9	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	16.3	30.5	53.3	Aceptar	OK
CR-05-bfl 2	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	22.3	29.5	75.6	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	19.8	26.3	75.2	Aceptar	OK
BP1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	23.0	30.5	75.4	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	22.8	30.4	75.1	Aceptar	OK
CR-05-tfl 1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	22.4	29.6	75.7	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	19.9	26.4	75.2	Aceptar	OK
BP1	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	22.8	30.4	75.1	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	23.0	30.5	75.4	Aceptar	OK
CR-05-tfl 2	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	19.9	26.4	75.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	22.4	29.6	75.7	Aceptar	OK

**Resultado detallado para CR-05-tfl 1 / RIB3**

**Comprobación de la resistencia de la soldadura (AISC 360-16: J2-4)**

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 29.7 \text{ kN} \geq F_n = 22.4 \text{ kN}$$

Donde:

$F_{nw} = 382.3 \text{ MPa}$  – resistencia nominal del material de aportación:

- $F_{nw} = 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5}\theta)$ , donde:
  - $F_{EXX} = 482.6 \text{ MPa}$  – número de clasificación del electrodo, p.e. mínima resistencia a tracción especificada
  - $\theta = 48.0^\circ$  – ángulo de actuación de la carga medido desde el eje de la soldadura

$A_{we} = 104 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$\phi = 0.75$  – factor de resistencia para conexiones soldadas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.

**IDEA StatiCa**  
Calculata y analizadas estimadas

Comprobación de la resistencia del material base (AISC 360-16: J2-2)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nBM} \cdot A_{BM} = 29.6 \text{ kN} \geq F_n = 22.4 \text{ kN}$$

Donde:

$$F_{nBM} = 268.9 \text{ MPa} \quad \text{-- tensión nominal del material base:}$$

- $F_{nBM} = 0.6 \cdot F_u$ , donde:
  - $F_u = 448.2 \text{ MPa}$  – resistencia a tracción del material conectado

$$A_{BM} = 147 \text{ mm}^2 \quad \text{-- Área seccional del material base}$$

- $A_{BM} = A_{we} \cdot \sqrt{2}$ , donde:
  - $A_{we} = 104 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$$\phi = 0.75 \quad \text{-- factor de resistencia para conexiones soldadas}$$

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	A <sub>1</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>2</sub> [mm <sup>2</sup> ]	σ [MPa]	Ut [%]	Estado
CB 1	LRFD	177997	596829	5.4	25.9	OK

### Resultado detallado para CB 1

Comprobación de la resistencia a compresión del bloque de hormigón (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 20.8 \text{ MPa} \geq \sigma = 5.4 \text{ MPa}$$

Donde:

$$f_{p,max} = 32.1 \text{ MPa} \quad \text{-- resistencia de cálculo a aplastamiento del bloque de hormigón:}$$

- $f_{p,max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f'_c$ , donde:
  - $f'_c = 20.6 \text{ MPa}$  – resistencia a compresión del hormigón
  - $A_1 = 177997 \text{ mm}^2$  – Área de la placa base en contacto con la superficie de hormigón
  - $A_2 = 596829 \text{ mm}^2$  – Superficie de apoyo del hormigón

$$\phi_c = 0.65 \quad \text{-- factor de resistencia para el hormigón}$$

### Pandeo

El análisis de pandeo no se ha calculado.

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



### Ítem del proyecto PB\_CR-04

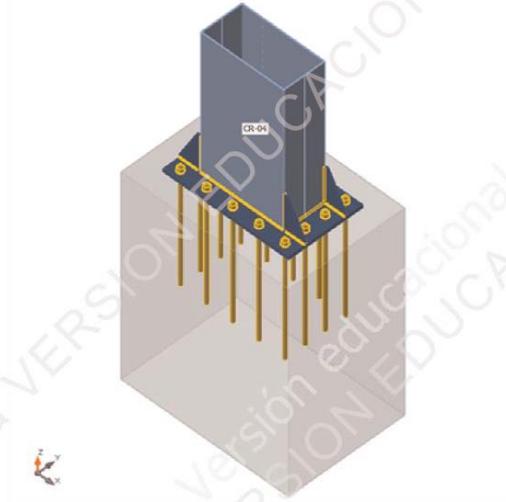
#### Diseño

Nombre: PB\_CR-04  
 Descripción:  
 Análisis: Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio  
 Normativa de cálculo: AISC - LRFD 2016

#### Elementos

##### Geometry

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
CR-04	4 - General	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



#### Secciones

Nombre	Material
4 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Secciones

Nombre	Material	Dibujo
4 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50	

### Anclajes

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
1" A193 B7	1" A193 B7	25	861.8	507

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LRFD	CR-04	-88.0	0.0	-83.0	0.0	484.0	0.0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
CB 1		
Dimensiones	832 x 1200	mm
Profundidad	1500	mm
Anclaje	1" A193 B7	
Longitud del anclaje	800	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

### Verificación

#### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100.0%	OK
Placas	0.0 < 5.0%	OK
Anclajes	84.6 < 100%	OK
Soldaduras	81.1 < 100%	OK
Bloque de hormigón	26.6 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor:

T.A.L.

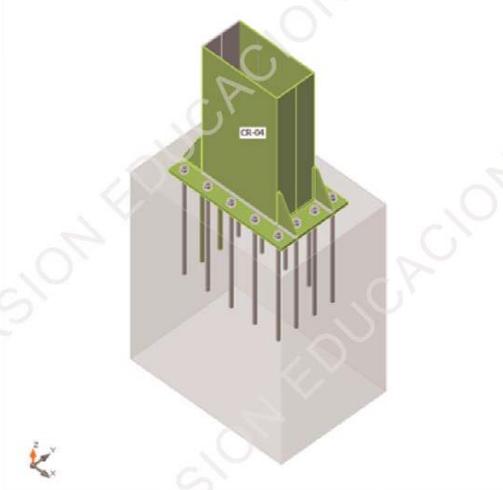


**Placas**

Nombre	$f_y$ [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Estado de la verificación
CR-04-bfl 1	344.7	8.0	LRFD	227.6	0.0	0.0	OK
CR-04-tfl 1	344.7	8.0	LRFD	254.4	0.0	0.0	OK
CR-04-w 1	344.7	8.0	LRFD	261.3	0.0	0.0	OK
CR-04-bfl 2	344.7	8.0	LRFD	227.8	0.0	0.0	OK
CR-04-tfl 2	344.7	8.0	LRFD	254.4	0.0	0.0	OK
CR-04-w 2	344.7	8.0	LRFD	261.3	0.0	0.0	OK
BP1	344.7	25.0	LRFD	272.6	0.0	0.0	OK
RIB1	344.7	9.0	LRFD	274.9	0.0	0.0	OK
RIB2	344.7	9.0	LRFD	274.9	0.0	0.0	OK
RIB3	344.7	9.0	LRFD	265.7	0.0	0.0	OK
RIB4	344.7	9.0	LRFD	265.7	0.0	0.0	OK

**Datos de diseño**

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A572 Gr.50	344.7	5.0



Verificación general, LRFD

Proyecto:

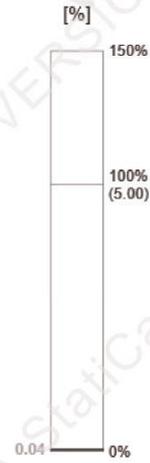
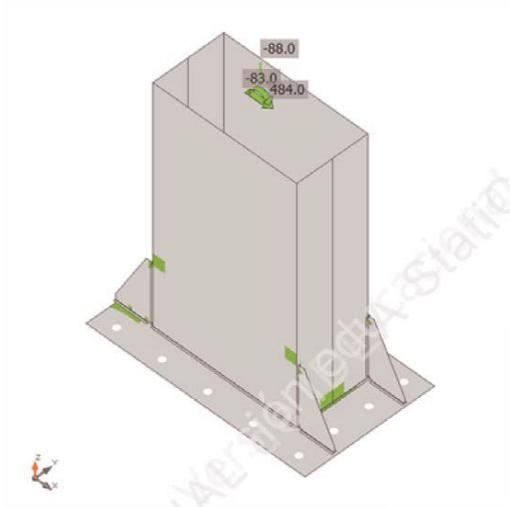
TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

**IDEA StatiCa**  
Calculata y analizada y estimada

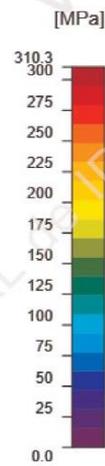
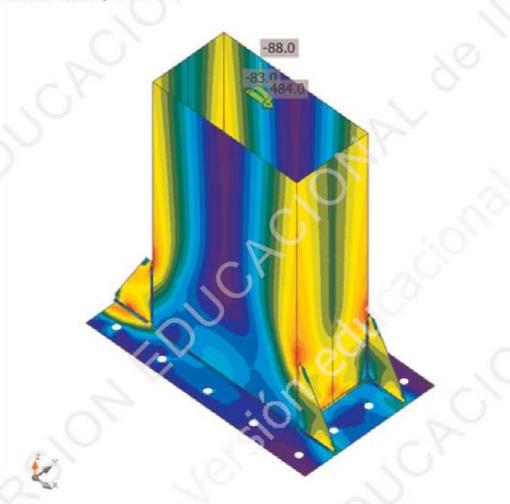
Proyecto n°:

Autor:

T.A.L.



Verificación de deformación, LRFD



Tensión equivalente, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Anclajes

Forma	Ítem	Cargas	N <sub>f</sub> [kN]	V [kN]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>s</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Detallado	Estado
	A21	LRFD	0.0	6.2	0.0	4.8	0.6	Aceptar	OK
	A22	LRFD	0.0	6.3	0.0	4.8	0.6	Aceptar	OK
	A23	LRFD	0.0	6.3	0.0	4.8	0.6	Aceptar	OK
	A24	LRFD	0.0	6.2	0.0	4.8	0.6	Aceptar	OK
	A25	LRFD	0.0	4.9	0.0	3.8	0.4	Aceptar	OK
	A26	LRFD	0.0	4.9	0.0	3.8	0.4	Aceptar	OK
	A27	LRFD	17.3	4.4	7.4	3.4	1.6	Aceptar	OK
	A28	LRFD	17.3	4.4	7.3	3.4	1.6	Aceptar	OK
	A29	LRFD	57.8	5.5	24.5	4.2	10.1	Aceptar	OK
	A30	LRFD	57.7	5.5	24.5	4.2	10.1	Aceptar	OK
	A31	LRFD	96.4	7.0	40.9	5.3	23.3	Aceptar	OK
	A32	LRFD	199.2	7.2	84.6	5.5	76.5	Aceptar	OK
	A33	LRFD	199.2	7.2	84.6	5.5	76.5	Aceptar	OK
	A34	LRFD	96.3	7.0	40.9	5.3	23.3	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Calidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
1" A193 B7 - 1	235.4	131.1

### Resultado detallado para A32

Resistencia a tracción del anclaje (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 235.4 \text{ kN} \geq N_f = 199.2 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.70$  – factor de resistencia

$A_{se,N} = 391 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Resistencia a cortante (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot 0.6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 131.1 \text{ kN} \geq V = 7.2 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.65$  – factor de resistencia

$A_{se,V} = 391 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Interacción tracción-cortante (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0.77 \leq 1.0$$

Donde:

$U_{tt} = 0.85$  – máxima ratio entre fuerza de tracción factorizada y resistencia a tracción determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

$U_{ts} = 0.05$  – máxima ratio entre esfuerzo cortante factorizado y resistencia a cortante determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

Armado suplementario (ACI 318-14 – 17.4.2.9; ACI 318-14 – 17.5.2.9)

El refuerzo suplementario debe resistir la fuerza de: 741.1 kN en tracción y 83.0 kN a cortante

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Perfiles soldados

ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Detallado	Estado
BP1	CR-04-bfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	146	49	LRFD	71.5	88.2	81.0	Aceptar	OK
BP1	CR-04-tfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	146	49	LRFD	68.9	88.2	78.1	Aceptar	OK
BP1	CR-04-w 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	591	49	LRFD	44.6	89.5	49.8	Aceptar	OK
BP1	CR-04-bfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	146	49	LRFD	71.5	88.2	81.1	Aceptar	OK
BP1	CR-04-tfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	146	49	LRFD	68.8	88.2	78.0	Aceptar	OK
BP1	CR-04-w 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	591	49	LRFD	44.7	89.5	49.9	Aceptar	OK
BP1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	21.8	29.0	75.1	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	16.9	30.4	55.5	Aceptar	OK
CR-04-tfl 1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.4	27.2	75.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.7	28.7	75.6	Aceptar	OK
BP1	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	16.7	30.4	54.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	21.9	29.1	75.1	Aceptar	OK
CR-04-tfl 2	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.7	28.7	75.6	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.4	27.2	75.2	Aceptar	OK
BP1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	13.3	30.5	43.5	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	15.2	30.5	49.9	Aceptar	OK
CR-04-bfl 1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.5	28.5	75.4	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.3	27.0	75.2	Aceptar	OK
BP1	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	15.2	30.5	49.9	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	13.3	30.5	43.5	Aceptar	OK
CR-04-bfl 2	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.3	27.0	75.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.5	28.5	75.4	Aceptar	OK

### Resultado detallado para BP1 / CR-04-bfl 2

Comprobación de la resistencia de la soldadura (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 99.6 \text{ kN} \geq F_n = 71.5 \text{ kN}$$

Donde:

$F_{nw} = 429.2 \text{ MPa}$  – resistencia nominal del material de aportación:

- $F_{nw} = 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5} \theta)$ , donde:
  - $F_{EXX} = 482.6 \text{ MPa}$  – número de clasificación del electrodo, p.e. mínima resistencia a tracción especificada
  - $\theta = 77.4^\circ$  – ángulo de actuación de la carga medido desde el eje de la soldadura

$A_{we} = 309 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$\phi = 0.75$  – factor de resistencia para conexiones soldadas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Comprobación de la resistencia del material base (AISC 360-16: J2-2)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nBM} \cdot A_{BM} = 88.2 \text{ kN} \geq F_n = 71.5 \text{ kN}$$

Donde:

$$F_{nBM} = 268.9 \text{ MPa} \quad \text{-- tensión nominal del material base:}$$

- $F_{nBM} = 0.6 \cdot F_u$ , donde:
  - $F_u = 448.2 \text{ MPa}$  -- resistencia a tracción del material conectado

$$A_{BM} = 438 \text{ mm}^2 \quad \text{-- Área seccional del material base}$$

- $A_{BM} = A_{we} \cdot \sqrt{2}$ , donde:
  - $A_{we} = 309 \text{ mm}^2$  -- área eficaz del elemento de soldadura crítico

$$\phi = 0.75 \quad \text{-- factor de resistencia para conexiones soldadas}$$

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	A <sub>1</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>2</sub> [mm <sup>2</sup> ]	σ [MPa]	Ut [%]	Estado
CB 1	LRFD	174098	459860	4.9	26.6	OK

Resultado detallado para CB 1

Comprobación de la resistencia a compresión del bloque de hormigón (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 18.5 \text{ MPa} \geq \sigma = 4.9 \text{ MPa}$$

Donde:

$$f_{p,max} = 28.5 \text{ MPa} \quad \text{-- resistencia de cálculo a aplastamiento del bloque de hormigón:}$$

- $f_{p,max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f'_c$ , donde:
  - $f'_c = 20.6 \text{ MPa}$  -- resistencia a compresión del hormigón
  - $A_1 = 174098 \text{ mm}^2$  -- Área de la placa base en contacto con la superficie de hormigón
  - $A_2 = 459860 \text{ mm}^2$  -- Superficie de apoyo del hormigón

$$\phi_c = 0.65 \quad \text{-- factor de resistencia para el hormigón}$$

### Pandeo

El análisis de pandeo no se ha calculado.

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



### Ítem del proyecto PB\_CR-03

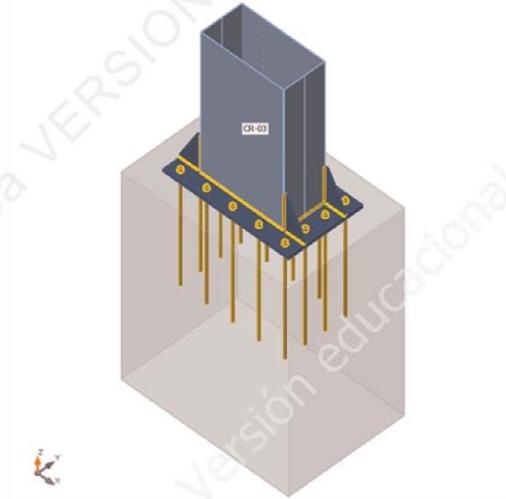
#### Diseño

Nombre: PB\_CR-03  
 Descripción:  
 Análisis: Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio  
 Normativa de cálculo: AISC - LRFD 2016

#### Elementos

##### Geometry

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
CR-03	5 - General	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



#### Secciones

Nombre	Material
5 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Secciones

Nombre	Material	Dibujo
5 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50	

### Anclajes

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
3/4" A193 B7	3/4" A193 B7	19	861.8	285

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LRFD	CR-03	-90.0	0.0	-63.0	0.0	375.0	0.0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
CB 1		
Dimensiones	832 x 1200	mm
Profundidad	1500	mm
Anclaje	3/4" A193 B7	
Longitud del anclaje	800	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

### Verificación

#### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100.0%	OK
Placas	0.0 < 5.0%	OK
Anclajes	85.7 < 100%	OK
Soldaduras	75.1 < 100%	OK
Bloque de hormigón	17.2 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.

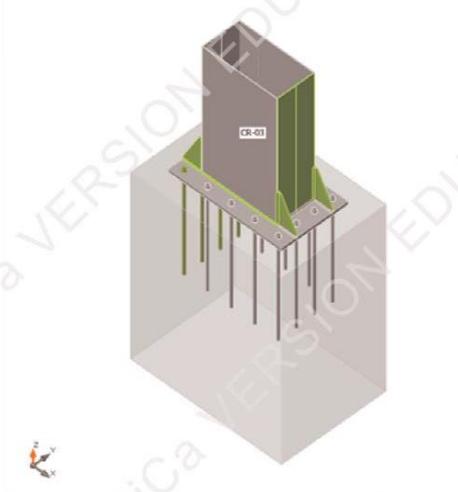


**Placas**

Nombre	$f_y$ [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Estado de la verificación
CR-03-bfl 1	344.7	6.0	LRFD	298.8	0.0	0.0	OK
CR-03-tfl 1	344.7	6.0	LRFD	240.3	0.0	0.0	OK
CR-03-w 1	344.7	6.0	LRFD	249.7	0.0	0.0	OK
CR-03-bfl 2	344.7	6.0	LRFD	298.8	0.0	0.0	OK
CR-03-tfl 2	344.7	6.0	LRFD	240.3	0.0	0.0	OK
CR-03-w 2	344.7	6.0	LRFD	249.6	0.0	0.0	OK
BP1	344.7	25.0	LRFD	238.4	0.0	0.0	OK
RIB1	344.7	8.0	LRFD	298.2	0.0	0.0	OK
RIB2	344.7	8.0	LRFD	298.1	0.0	0.0	OK
RIB3	344.7	8.0	LRFD	273.2	0.0	0.0	OK
RIB4	344.7	8.0	LRFD	273.1	0.0	0.0	OK

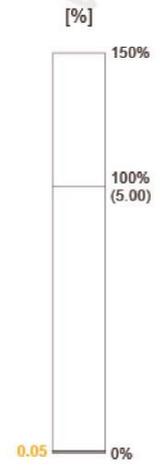
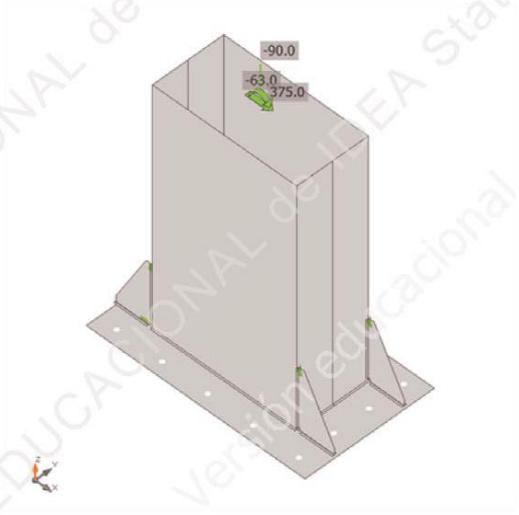
**Datos de diseño**

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A572 Gr.50	344.7	5.0

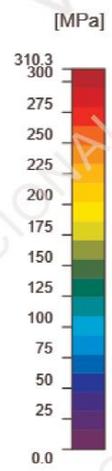
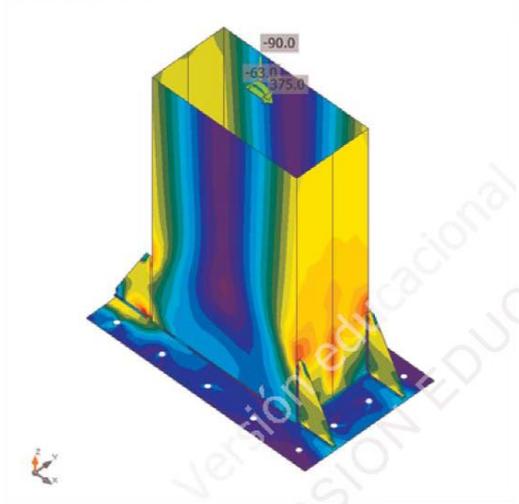


Verificación general, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022  
Proyecto n°:  
Autor: T.A.L.



Verificación de deformación, LRFD



Tensión equivalente, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Anclajes

Forma	ítem	Cargas	N <sub>f</sub> [kN]	V [kN]	U <sub>tt</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Detallado	Estado
	A21	LRFD	0.0	5.0	0.0	6.9	1.2	Aceptar	OK
	A22	LRFD	0.0	5.0	0.0	6.9	1.2	Aceptar	OK
	A23	LRFD	0.0	5.0	0.0	6.9	1.2	Aceptar	OK
	A24	LRFD	0.0	5.0	0.0	6.9	1.2	Aceptar	OK
	A25	LRFD	0.0	4.2	0.0	5.8	0.9	Aceptar	OK
	A26	LRFD	0.0	4.2	0.0	5.8	0.9	Aceptar	OK
	A27	LRFD	16.6	3.8	12.8	5.2	4.0	Aceptar	OK
	A28	LRFD	16.5	3.8	12.8	5.2	4.0	Aceptar	OK
	A29	LRFD	58.0	4.1	44.7	5.6	27.0	Aceptar	OK
	A30	LRFD	58.0	4.1	44.7	5.7	27.0	Aceptar	OK
	A31	LRFD	90.1	4.8	69.4	6.7	55.5	Aceptar	OK
	A32	LRFD	111.2	4.7	85.7	6.5	78.4	Aceptar	OK
	A33	LRFD	111.2	4.7	85.7	6.5	78.4	Aceptar	OK
	A34	LRFD	90.0	4.8	69.4	6.7	55.5	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Calidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
3/4" A193 B7 - 1	129.7	72.3

### Resultado detallado para A33

Resistencia a tracción del anclaje (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 129.7 \text{ kN} \geq N_f = 111.2 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.70$  – factor de resistencia

$A_{se,N} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

•  $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:

◦  $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje

◦  $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022

Proyecto nº:

Autor: T.A.L.



Resistencia a cortante (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot 0.6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 72.3 \text{ kN} \geq V = 4.7 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.65$  – factor de resistencia

$A_{se,V} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Interacción tracción-cortante (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0.78 \leq 1.0$$

Donde:

$U_{tt} = 0.86$  – máxima ratio entre fuerza de tracción factorizada y resistencia a tracción determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

$U_{ts} = 0.06$  – máxima ratio entre esfuerzo cortante factorizado y resistencia a cortante determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

Armado suplementario (ACI 318-14 – 17.4.2.9; ACI 318-14 – 17.5.2.9)

El refuerzo suplementario debe resistir la fuerza de: 551.6 kN en tracción y 63.0 kN a cortante

### Perfiles soldados

ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Detallado	Estado
BP1	CR-03-bfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	147	49	LRFD	46.6	88.8	52.5	Aceptar	OK
BP1	CR-03-tfl 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	147	49	LRFD	52.0	69.3	75.0	Aceptar	OK
BP1	CR-03-w 1	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	593	49	LRFD	62.7	89.8	69.8	Aceptar	OK
BP1	CR-03-bfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	147	49	LRFD	46.4	88.8	52.2	Aceptar	OK
BP1	CR-03-tfl 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	147	49	LRFD	52.0	69.3	75.0	Aceptar	OK
BP1	CR-03-w 2	E70xx	▲ 6.4	▲ 9.0	593	49	LRFD	62.7	89.8	69.9	Aceptar	OK
BP1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	14.2	30.4	46.7	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	20.7	30.5	67.7	Aceptar	OK
CR-03-tfl 1	RIB1	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.0	27.9	75.0	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.1	28.0	71.8	Aceptar	OK
BP1	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	20.7	30.5	67.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	134	17	LRFD	14.1	30.4	46.3	Aceptar	OK
CR-03-tfl 2	RIB2	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.1	28.0	71.9	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	21.0	27.9	75.0	Aceptar	OK
BP1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	13.0	30.5	42.5	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	12.5	30.5	40.9	Aceptar	OK
CR-03-bfl 1	RIB3	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.6	27.5	75.1	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.7	27.6	75.1	Aceptar	OK
BP1	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	12.5	30.5	40.9	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	135	17	LRFD	12.9	30.5	42.3	Aceptar	OK
CR-03-bfl 2	RIB4	E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.7	27.6	75.1	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 6.4 ▽	▲ 9.0 ▽	244	16	LRFD	20.6	27.5	75.1	Aceptar	OK

#### Resultado detallado para CR-03-bfl 1 / RIB3

#### Comprobación de la resistencia de la soldadura (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 27.6 \text{ kN} \geq F_n = 20.7 \text{ kN}$$

Donde:

$F_{nw} = 354.6 \text{ MPa}$  – resistencia nominal del material de aportación:

- $F_{nw} = 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5} \theta)$ , donde:
  - $F_{EXX} = 482.6 \text{ MPa}$  – número de clasificación del electrodo, p.e. mínima resistencia a tracción especificada
  - $\theta = 35.9^\circ$  – ángulo de actuación de la carga medido desde el eje de la soldadura

$A_{we} = 104 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$\phi = 0.75$  – factor de resistencia para conexiones soldadas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Comprobación de la resistencia del material base (AISC 360-16: J2-2)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nBM} \cdot A_{BM} = 29.6 \text{ kN} \geq F_n = 20.7 \text{ kN}$$

Donde:

$$F_{nBM} = 268.9 \text{ MPa} \quad \text{-- tensión nominal del material base:}$$

- $F_{nBM} = 0.6 \cdot F_u$ , donde:
  - $F_u = 448.2 \text{ MPa}$  -- resistencia a tracción del material conectado

$$A_{BM} = 147 \text{ mm}^2 \quad \text{-- Área seccional del material base}$$

- $A_{BM} = A_{we} \cdot \sqrt{2}$ , donde:
  - $A_{we} = 104 \text{ mm}^2$  -- área eficaz del elemento de soldadura crítico

$$\phi = 0.75 \quad \text{-- factor de resistencia para conexiones soldadas}$$

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	A <sub>1</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>2</sub> [mm <sup>2</sup> ]	σ [MPa]	Ut [%]	Estado
CB 1	LRFD	169722	822416	3.9	17.2	OK

#### Resultado detallado para CB 1

Comprobación de la resistencia a compresión del bloque de hormigón (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 22.8 \text{ MPa} \geq \sigma = 3.9 \text{ MPa}$$

Donde:

$$f_{p,max} = 35.0 \text{ MPa} \quad \text{-- resistencia de cálculo a aplastamiento del bloque de hormigón:}$$

- $f_{p,max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f'_c$ , donde:
  - $f'_c = 20.6 \text{ MPa}$  -- resistencia a compresión del hormigón
  - $A_1 = 169722 \text{ mm}^2$  -- Área de la placa base en contacto con la superficie de hormigón
  - $A_2 = 822416 \text{ mm}^2$  -- Superficie de apoyo del hormigón

$$\phi_c = 0.65 \quad \text{-- factor de resistencia para el hormigón}$$

### Pandeo

El análisis de pandeo no se ha calculado.

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



### Ítem del proyecto PB\_CR-02

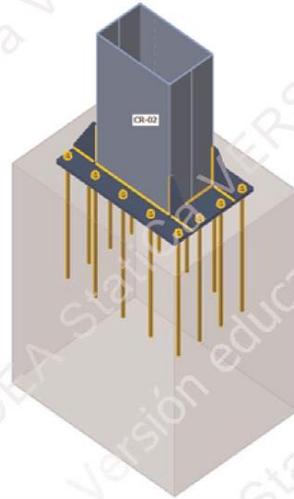
#### Diseño

Nombre: PB\_CR-02  
 Descripción:  
 Análisis: Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio  
 Normativa de cálculo: AISC - LRFD 2016

#### Elementos

##### Geometry

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
CR-02	6 - General	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



#### Secciones

Nombre	Material
6 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Secciones

Nombre	Material	Dibujo
6 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50	

### Anclajes

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
3/4" A193 B7	3/4" A193 B7	19	861.8	285

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LRFD	CR-02	-74.0	0.0	-50.0	0.0	309.0	0.0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
<b>CB 1</b>		
Dimensiones	832 x 1100	mm
Profundidad	1500	mm
Anclaje	3/4" A193 B7	
Longitud del anclaje	800	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

### Verificación

#### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100.0%	OK
Placas	0.0 < 5.0%	OK
Anclajes	77.0 < 100%	OK
Soldaduras	79.9 < 100%	OK
Bloque de hormigón	20.1 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

Proyecto:

TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor:

T.A.L.

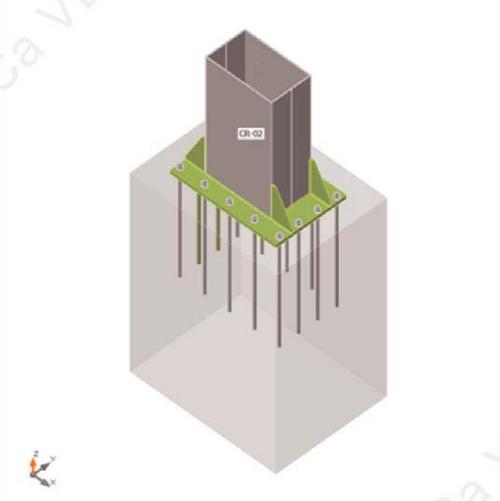
**IDEA StatiCa**  
Calculata y acordada y estimada

### Placas

Nombre	$f_y$ [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Estado de la verificación
CR-02-bfl 1	344.7	8.0	LRFD	284.3	0.0	0.0	OK
CR-02-tfl 1	344.7	8.0	LRFD	196.1	0.0	0.0	OK
CR-02-w 1	344.7	8.0	LRFD	188.9	0.0	0.0	OK
CR-02-bfl 2	344.7	8.0	LRFD	284.3	0.0	0.0	OK
CR-02-tfl 2	344.7	8.0	LRFD	196.1	0.0	0.0	OK
CR-02-w 2	344.7	8.0	LRFD	188.8	0.0	0.0	OK
BP1	344.7	25.0	LRFD	296.1	0.0	0.0	OK
RIB1	344.7	9.0	LRFD	278.0	0.0	0.0	OK
RIB2	344.7	9.0	LRFD	278.1	0.0	0.0	OK
RIB3	344.7	9.0	LRFD	237.1	0.0	0.0	OK
RIB4	344.7	9.0	LRFD	237.0	0.0	0.0	OK

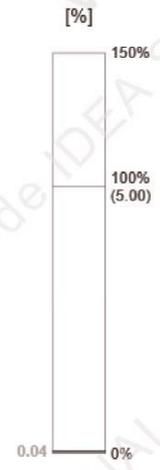
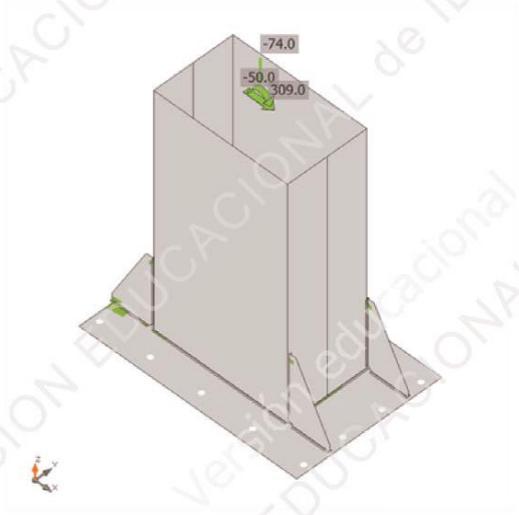
### Datos de diseño

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A572 Gr.50	344.7	5.0

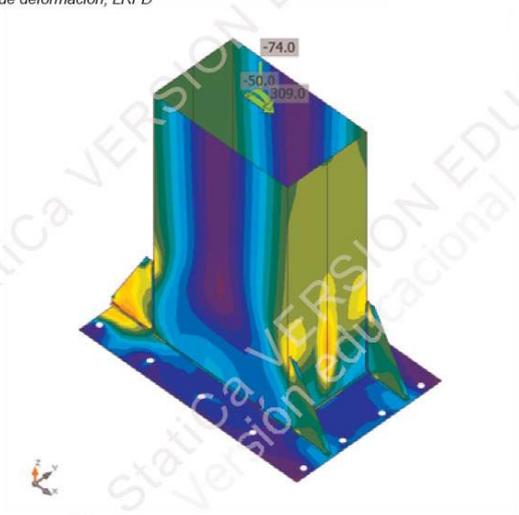


Verificación general, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



Verificación de deformación, LRFD



Tensión equivalente, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Anclajes

Forma	ítem	Cargas	N <sub>f</sub> [kN]	V [kN]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>s</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Detallado	Estado
	A21	LRFD	0.0	3.7	0.0	5.1	0.7	Aceptar	OK
	A22	LRFD	0.0	3.6	0.0	5.0	0.7	Aceptar	OK
	A23	LRFD	0.0	3.6	0.0	5.0	0.7	Aceptar	OK
	A24	LRFD	0.0	3.7	0.0	5.1	0.7	Aceptar	OK
	A25	LRFD	0.0	3.0	0.0	4.2	0.5	Aceptar	OK
	A26	LRFD	0.0	3.0	0.0	4.2	0.5	Aceptar	OK
	A27	LRFD	15.2	2.7	11.7	3.7	3.2	Aceptar	OK
	A28	LRFD	15.2	2.7	11.7	3.7	3.2	Aceptar	OK
	A29	LRFD	63.1	3.3	48.7	4.6	30.7	Aceptar	OK
	A30	LRFD	63.0	3.3	48.6	4.6	30.6	Aceptar	OK
	A31	LRFD	69.1	4.4	53.3	6.1	35.9	Aceptar	OK
	A32	LRFD	99.8	4.3	76.9	5.9	65.5	Aceptar	OK
	A33	LRFD	99.9	4.2	77.0	5.9	65.6	Aceptar	OK
	A34	LRFD	69.1	4.4	53.2	6.1	35.9	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Calidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
3/4" A193 B7 - 1	129.7	72.3

### Resultado detallado para A33

#### Resistencia a tracción del anclaje (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 129.7 \text{ kN} \geq N_f = 99.9 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.70$  – factor de resistencia

$A_{se,N} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Resistencia a cortante (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot 0.6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 72.3 \text{ kN} \geq V = 4.2 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.65$  – factor de resistencia

$A_{se,V} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última especificada para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última especificada para el acero del anclaje

Interacción tracción-cortante (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0.66 \leq 1.0$$

Donde:

$U_{tt} = 0.77$  – máxima ratio entre fuerza de tracción factorizada y resistencia a tracción determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

$U_{ts} = 0.06$  – máxima ratio entre esfuerzo cortante factorizado y resistencia a cortante determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

Armado suplementario (ACI 318-14 – 17.4.2.9; ACI 318-14 – 17.5.2.9)

El refuerzo suplementario debe resistir la fuerza de: 494.5 kN en tracción y 50.0 kN a cortante

### Perfiles soldados

ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Detallado	Estado
BP1	CR-02-bfl 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	146	49	LRFD	44.2	58.8	75.1	Aceptar	OK
BP1	CR-02-tfl 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	146	49	LRFD	34.1	45.0	75.9	Aceptar	OK
BP1	CR-02-w 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	492	49	LRFD	44.7	59.5	75.1	Aceptar	OK
BP1	CR-02-bfl 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	146	49	LRFD	44.2	58.8	75.1	Aceptar	OK
BP1	CR-02-tfl 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	146	49	LRFD	34.2	45.0	75.9	Aceptar	OK
BP1	CR-02-w 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	492	49	LRFD	44.7	59.5	75.1	Aceptar	OK
BP1	RIB1	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	16.3	20.4	79.9	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	16.1	20.4	79.3	Aceptar	OK
CR-02-tfl 1	RIB1	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.6	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.9	19.4	76.8	Aceptar	OK
BP1	RIB2	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	16.1	20.4	79.3	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	16.3	20.4	79.9	Aceptar	OK
CR-02-tfl 2	RIB2	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.9	19.4	76.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.6	Aceptar	OK
BP1	RIB3	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	12.2	20.4	60.1	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	13.1	20.4	64.2	Aceptar	OK
CR-02-bfl 1	RIB3	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.6	19.1	76.5	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.7	18.0	76.3	Aceptar	OK
BP1	RIB4	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	13.1	20.4	64.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	12.2	20.4	59.9	Aceptar	OK
CR-02-bfl 2	RIB4	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.7	18.0	76.3	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.6	19.1	76.5	Aceptar	OK

### Resultado detallado para BP1 / RIB2

#### Comprobación de la resistencia de la soldadura (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 22.5 \text{ kN} \geq F_n = 16.3 \text{ kN}$$

Donde:

$F_{nw} = 419.6 \text{ MPa}$  – resistencia nominal del material de aportación:

•  $F_{nw} = 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5}\theta)$ , donde:

- $F_{EXX} = 482.6 \text{ MPa}$  – número de clasificación del electrodo, p.e. mínima resistencia a tracción especificada
- $\theta = 68.6^\circ$  – ángulo de actuación de la carga medido desde el eje de la soldadura

$A_{we} = 71 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$\phi = 0.75$  – factor de resistencia para conexiones soldadas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



Comprobación de la resistencia del material base (AISC 360-16: J2-2)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nBM} \cdot A_{BM} = 20.4 \text{ kN} \geq F_n = 16.3 \text{ kN}$$

Donde:

$$F_{nBM} = 268.9 \text{ MPa} \text{ – tensión nominal del material base:}$$

- $F_{nBM} = 0.6 \cdot F_u$ , donde:
  - $F_u = 448.2 \text{ MPa}$  – resistencia a tracción del material conectado

$$A_{BM} = 101 \text{ mm}^2 \text{ – Área seccional del material base}$$

- $A_{BM} = A_{we} \cdot \sqrt{2}$ , donde:
  - $A_{we} = 71 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$$\phi = 0.75 \text{ – factor de resistencia para conexiones soldadas}$$

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	A <sub>1</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>2</sub> [mm <sup>2</sup> ]	σ [MPa]	Ut [%]	Estado
CB 1	LRFD	144731	447563	4.0	20.1	OK

#### Resultado detallado para CB 1

Comprobación de la resistencia a compresión del bloque de hormigón (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 20.0 \text{ MPa} \geq \sigma = 4.0 \text{ MPa}$$

Donde:

$$f_{p,max} = 30.8 \text{ MPa} \text{ – resistencia de cálculo a aplastamiento del bloque de hormigón:}$$

- $f_{p,max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f'_c$ , donde:
  - $f'_c = 20.6 \text{ MPa}$  – resistencia a compresión del hormigón
  - $A_1 = 144731 \text{ mm}^2$  – Área de la placa base en contacto con la superficie de hormigón
  - $A_2 = 447563 \text{ mm}^2$  – Superficie de apoyo del hormigón

$$\phi_c = 0.65 \text{ – factor de resistencia para el hormigón}$$

### Pandeo

El análisis de pandeo no se ha calculado.

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022  
 Proyecto n°:  
 Autor: T.A.L.



## Ítem del proyecto PB\_CR-01

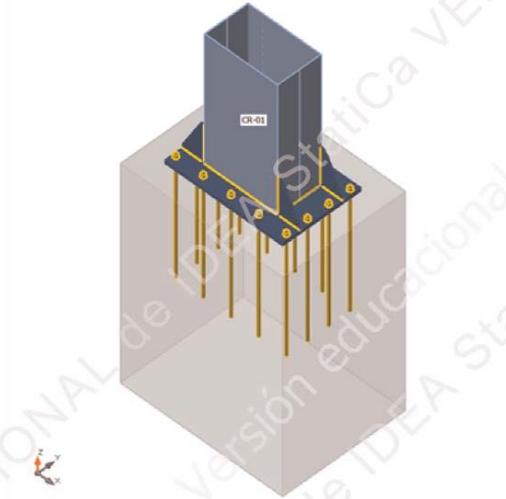
### Diseño

Nombre: PB\_CR-01  
 Descripción:  
 Análisis: Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio  
 Normativa de cálculo: AISC - LRFD 2016

### Elementos

#### Geometry

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
CR-01	7 - General	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



### Secciones

Nombre	Material
7 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Secciones

Nombre	Material	Dibujo
7 - General	A572 Gr.50, A572 Gr.50	

### Anclajes

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
3/4" A193 B7	3/4" A193 B7	19	861.8	285

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LRFD	CR-01	-61.0	0.0	-45.0	0.0	270.0	0.0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
<b>CB 1</b>		
Dimensiones	832 x 1100	mm
Profundidad	1500	mm
Anclaje	3/4" A193 B7	
Longitud del anclaje	800	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

### Verificación

#### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100.0%	OK
Placas	0.0 < 5.0%	OK
Anclajes	68.5 < 100%	OK
Soldaduras	77.0 < 100%	OK
Bloque de hormigón	14.9 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



**Placas**

Nombre	$f_y$ [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Estado de la verificación
CR-01-bfl 1	344.7	6.0	LRFD	297.0	0.0	0.0	OK
CR-01-tfl 1	344.7	6.0	LRFD	234.2	0.0	0.0	OK
CR-01-w 1	344.7	6.0	LRFD	213.4	0.0	0.0	OK
CR-01-bfl 2	344.7	6.0	LRFD	297.0	0.0	0.0	OK
CR-01-tfl 2	344.7	6.0	LRFD	234.2	0.0	0.0	OK
CR-01-w 2	344.7	6.0	LRFD	213.4	0.0	0.0	OK
BP1	344.7	25.0	LRFD	268.1	0.0	0.0	OK
RIB1	344.7	8.0	LRFD	267.6	0.0	0.0	OK
RIB2	344.7	8.0	LRFD	267.8	0.0	0.0	OK
RIB3	344.7	8.0	LRFD	239.6	0.0	0.0	OK
RIB4	344.7	8.0	LRFD	239.5	0.0	0.0	OK

**Datos de diseño**

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A572 Gr.50	344.7	5.0



Verificación general, LRFD

Proyecto:

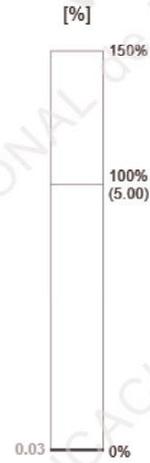
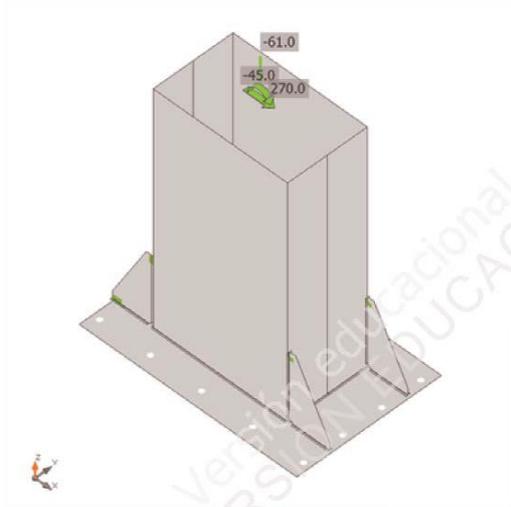
TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

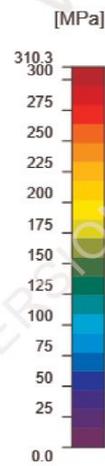
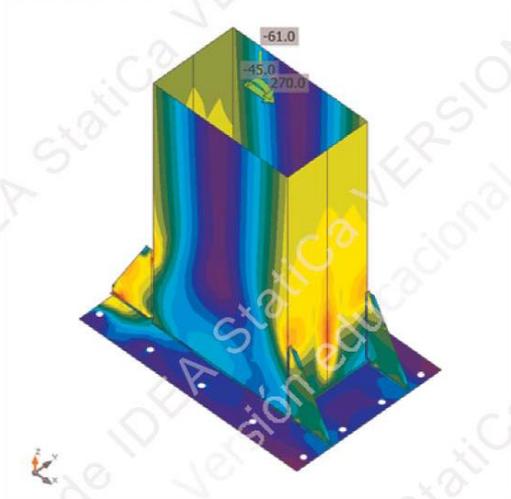


Autor:

T.A.L.



Verificación de deformación, LRFD



Tensión equivalente, LRFD

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Anclajes

Forma	ítem	Cargas	N <sub>f</sub> [kN]	V [kN]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>s</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Detallado	Estado
	A21	LRFD	0.0	3.3	0.0	4.6	0.6	Aceptar	OK
	A22	LRFD	0.0	3.3	0.0	4.5	0.6	Aceptar	OK
	A23	LRFD	0.0	3.3	0.0	4.5	0.6	Aceptar	OK
	A24	LRFD	0.0	3.3	0.0	4.6	0.6	Aceptar	OK
	A25	LRFD	0.0	2.8	0.0	3.8	0.4	Aceptar	OK
	A26	LRFD	0.0	2.8	0.0	3.8	0.4	Aceptar	OK
	A27	LRFD	13.5	2.5	10.4	3.4	2.7	Aceptar	OK
	A28	LRFD	13.5	2.5	10.4	3.4	2.7	Aceptar	OK
	A29	LRFD	56.2	3.0	43.3	4.2	25.3	Aceptar	OK
	A30	LRFD	56.1	3.0	43.2	4.2	25.2	Aceptar	OK
	A31	LRFD	59.6	3.9	45.9	5.4	28.1	Aceptar	OK
	A32	LRFD	88.8	3.8	68.4	5.3	53.9	Aceptar	OK
	A33	LRFD	88.9	3.8	68.5	5.3	54.0	Aceptar	OK
	A34	LRFD	59.6	3.9	45.9	5.4	28.1	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Calidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
3/4" A193 B7 - 1	129.7	72.3

### Resultado detallado para A33

Resistencia a tracción del anclaje (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 129.7 \text{ kN} \geq N_f = 88.9 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.70$  – factor de resistencia

$A_{se,N} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022



Proyecto nº:

Autor: T.A.L.

Resistencia a cortante (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot 0.6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 72.3 \text{ kN} \geq V = 3.8 \text{ kN}$$

Donde:

$\phi = 0.65$  – factor de resistencia

$A_{se,V} = 215 \text{ mm}^2$  – Área a tracción

$f_{uta} = 860.0 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del tornillo

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1.9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , donde:
  - $f_{ya} = 723.9 \text{ MPa}$  – límite elástico especificado del acero del anclaje
  - $f_u = 861.8 \text{ MPa}$  – resistencia última específica para el acero del anclaje

Interacción tracción-cortante (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0.54 \leq 1.0$$

Donde:

$U_{tt} = 0.69$  – máxima ratio entre fuerza de tracción factorizada y resistencia a tracción determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

$U_{ts} = 0.05$  – máxima ratio entre esfuerzo cortante factorizado y resistencia a cortante determinada a partir de todos los modos de fallo relevantes

Armado suplementario (ACI 318-14 – 17.4.2.9; ACI 318-14 – 17.5.2.9)

El refuerzo suplementario debe resistir la fuerza de: 436.1 kN en tracción y 45.0 kN a cortante

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Perfiles soldados

ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Detallado	Estado
BP1	CR-01-bfl 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	147	49	LRFD	39.7	59.2	67.0	Aceptar	OK
BP1	CR-01-tfl 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	147	49	LRFD	34.4	45.7	75.4	Aceptar	OK
BP1	CR-01-w 1	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	494	49	LRFD	35.8	59.7	60.0	Aceptar	OK
BP1	CR-01-bfl 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	147	49	LRFD	39.4	59.2	66.5	Aceptar	OK
BP1	CR-01-tfl 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	147	49	LRFD	34.5	45.7	75.4	Aceptar	OK
BP1	CR-01-w 2	E70xx	▲ 4.2	▲ 6.0	494	49	LRFD	36.3	59.7	60.8	Aceptar	OK
BP1	RIB1	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	15.7	20.4	77.0	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	15.6	20.4	76.5	Aceptar	OK
CR-01-tfl 1	RIB1	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.8	Aceptar	OK
BP1	RIB2	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	15.6	20.4	76.5	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	15.7	20.4	77.0	Aceptar	OK
CR-01-tfl 2	RIB2	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	14.0	18.2	76.8	Aceptar	OK
BP1	RIB3	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	10.5	20.4	51.8	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	11.0	20.4	54.3	Aceptar	OK
CR-01-bfl 1	RIB3	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.7	18.0	76.4	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.8	18.0	76.5	Aceptar	OK
BP1	RIB4	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	11.0	20.4	54.2	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	135	17	LRFD	10.5	20.4	51.8	Aceptar	OK
CR-01-bfl 2	RIB4	E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.8	18.0	76.5	Aceptar	OK
		E70xx	▲ 4.2 ▽	▲ 6.0 ▽	244	16	LRFD	13.7	18.0	76.4	Aceptar	OK

### Resultado detallado para BP1 / RIB2

Comprobación de la resistencia de la soldadura (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 22.5 \text{ kN} \geq F_n = 15.7 \text{ kN}$$

Donde:

$F_{nw} = 419.7 \text{ MPa}$  – resistencia nominal del material de aportación:

- $F_{nw} = 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5} \theta)$ , donde:
  - $F_{EXX} = 482.6 \text{ MPa}$  – número de clasificación del electrodo, p.e. mínima resistencia a tracción especificada
  - $\theta = 68.6^\circ$  – ángulo de actuación de la carga medido desde el eje de la soldadura

$A_{we} = 71 \text{ mm}^2$  – área eficaz del elemento de soldadura crítico

$\phi = 0.75$  – factor de resistencia para conexiones soldadas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto nº:

Autor: T.A.L.



Comprobación de la resistencia del material base (AISC 360-16: J2-2)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nBM} \cdot A_{BM} = 20.4 \text{ kN} \geq F_n = 15.7 \text{ kN}$$

Donde:

$$F_{nBM} = 268.9 \text{ MPa} \quad \text{-- tensión nominal del material base:}$$

- $F_{nBM} = 0.6 \cdot F_u$ , donde:
  - $F_u = 448.2 \text{ MPa}$  -- resistencia a tracción del material conectado

$$A_{BM} = 101 \text{ mm}^2 \quad \text{-- Área seccional del material base}$$

- $A_{BM} = A_{we} \cdot \sqrt{2}$ , donde:
  - $A_{we} = 71 \text{ mm}^2$  -- área eficaz del elemento de soldadura crítico

$$\phi = 0.75 \quad \text{-- factor de resistencia para conexiones soldadas}$$

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	A <sub>1</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>2</sub> [mm <sup>2</sup> ]	σ [MPa]	Ut [%]	Estado
CB 1	LRFD	149477	658019	3.4	14.9	OK

#### Resultado detallado para CB 1

Comprobación de la resistencia a compresión del bloque de hormigón (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 22.8 \text{ MPa} \geq \sigma = 3.4 \text{ MPa}$$

Donde:

$$f_{p,max} = 35.0 \text{ MPa} \quad \text{-- resistencia de cálculo a aplastamiento del bloque de hormigón:}$$

- $f_{p,max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f'_c$ , donde:
  - $f'_c = 20.6 \text{ MPa}$  -- resistencia a compresión del hormigón
  - $A_1 = 149477 \text{ mm}^2$  -- Área de la placa base en contacto con la superficie de hormigón
  - $A_2 = 658019 \text{ mm}^2$  -- Superficie de apoyo del hormigón

$$\phi_c = 0.65 \quad \text{-- factor de resistencia para el hormigón}$$

### Pandeo

El análisis de pandeo no se ha calculado.

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



### Explicación del símbolo

Símbolo	Explicación del símbolo
$\epsilon_{pl}$	Deformación
$f_y$	Límite elástico
$\epsilon_{lim}$	Límite de la deformación plástica
$N_T$	Fuerza de tracción
$V$	Resultant of bolt shear forces $V_y$ and $V_z$ in shear planes
$U_t$	Utilización
$U_{t_s}$	Utilización a cortante
$U_{t_s}$	Utilización a tensión y cortante EN 1993-1-8 tabla 3.4
$\phi N_{sa}$	Resistencia del acero a tracción – ACI 318-14 – 17.4.1
$\phi V_{sa}$	Resistencia del acero a cortante – ACI 318-14 – 17.5.1
▲	Fillet weld
$T_n$	Espesor de garganta de soldadura
$L_s$	Tamaño de la soldadura
$L$	Longitud de la soldadura
$L_c$	Longitud del elemento de soldadura crítico
$F_n$	Fuerza en el elemento crítico de la soldadura
$\phi R_{nw}$	Resistencia de la soldadura, AISC 360-10 J2.4
$A_1$	Área cargada
$A_2$	Área de soporte
$\sigma$	Tensión media en el hormigón
▲	Fillet weld

### Configuración de la norma

Ítem	Valor	Unidad	Referencia
Coefficiente de fricción - hormigón	0.40	-	ACI 349 – B.6.1.4
Coefficiente de fricción en la resistencia a deslizamiento	0.30	-	AISC 360-16 J3.8
Deformación plástica límite	0.05	-	
Detallado	Sí		
Distancia entre tornillos [d]	2.66	-	AISC 360-16 – J3.3
Distancia entre tornillos y el borde [d]	1.25	-	AISC 360-16 – J.3.4
Resistencia al arrancamiento del cono de hormigón	Ninguno		
Resistencia del metal base en la cara de fusión de la soldadura	Sí		AISC 360-16: J2-2
La deformación en el orificio del perno con la carga de servicio es una consideración de diseño	Sí		AISC 360-16: J3.10
Hormigón fisurado	Sí		ACI 318-14 – Chapter 17
Comprobación de la deformación local	Sí		
Deformación límite local	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
No linealidad geométrica (GMNA)	Sí		Grandes deformaciones para secciones huecas

Proyecto: TESIS: PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUARACHIRI, LIMA 2022

Proyecto n°:

Autor: T.A.L.



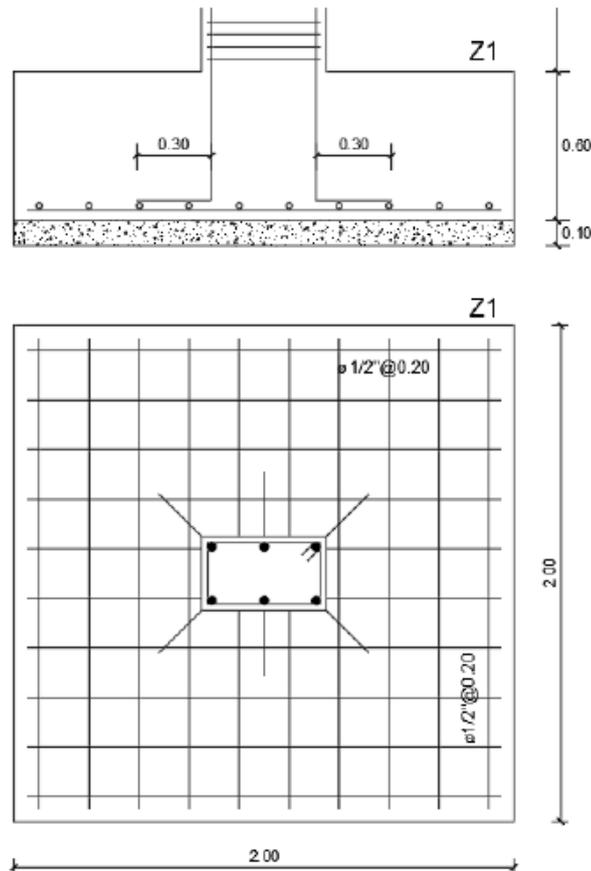
### Información del programa

Aplicación	IDEA StatiCa Connection
Versión	22.0.2.1065
Desarrollado por	IDEA StatiCa

## ANEXO 10. MEMORIA DE CALCULO DE CIMENTACIÓN

A pesar que no está dentro del alcance de la investigación, se incluye la verificación de la cimentación existente de la columna más esforzada y se propone una solución para su reforzamiento.

Las dimensiones de la zapata existente fueron proporcionadas por el dueño y son las siguientes:



Se procede a revisar las presiones bajo la zapata producto de las cargas externas aplicadas. Se considerará como límite el valor de la capacidad admisible del estudio de mecánica de suelos (Ver anexo 05), el cual menciona que el esfuerzo transmitido al terreno no deberá exceder  $3.50 \text{ kg/cm}^2$ .

Los esfuerzos o presiones bajo la zapata se hacen bajo la hipótesis que la zapata es muy rígida y distribuye las presiones según la ley de resistencia de materiales. En caso de encontrarse presiones negativas (tracción en el suelo) se verificará las presiones bajo la teoría de redistribución de presiones triangular.

## REVISIÓN DE ZAPATA Z1 EXISTENTE

### Materiales

$f'_c$	= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia del concreto
$f'_c$	= 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia del acero
$f_e$	= 3.50 kg/cm <sup>2</sup>	Presión admisible del suelo

### Dimensiones

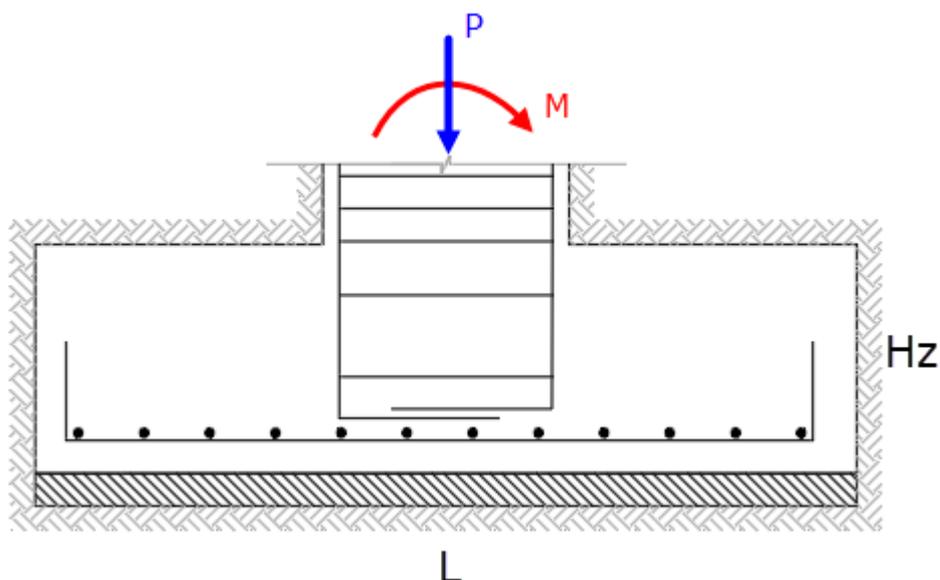
S	= 2.00 m	Ancho de zapata
L	= 2.00 m	Largo de zapata
H <sub>z</sub>	= 0.60 m	Altura de zapata
H <sub>p</sub>	= 1.10 m	Altura de pedestal
d'	= 0.10 m	Distancia al eje de varillas

### Cargas

P <sub>p</sub>	= 13.72 Tonf	Peso de zapata + Peso de relleno
----------------	--------------	----------------------------------

### Cargas externas

	CM Ton-m	CV Ton-m	Ex Ton-m	Ey Ton-m
P <sub>u</sub>	6.83	6.15	-2.07	-1.93
V <sub>u</sub>	0.17	0.32	7.13	0.41
M <sub>u</sub>	1.27	2.35	51.79	11.91



## Presiones bajo la zapata

Distribución de esfuerzos elásticos

$$\sigma_t = \frac{P}{SL} \pm \frac{6M}{SL^2}$$

Casos de carga	Pu Tonf	Mu Tonf-m	fs.min Tonf/m2	fs.max Tonf/m2	
1.0D + 1.0L	26.70	4.16	3.56	9.79	<i>fs &lt; fe, Ok</i>
1.0(D+L) + 0.8SX	25.05	45.59	-27.93	40.45	<i>Redistribuir</i>
1.0(D+L) - 0.8SX	28.36	37.27	-20.87	35.04	<i>Redistribuir</i>
1.0(D+L) + 0.8SY	25.16	13.69	-3.98	16.55	<i>Redistribuir</i>
1.0(D+L) - 0.8SY	28.25	5.37	3.03	11.09	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>

Redistribución de esfuerzos elásticos triangulares

$$\sigma_t = \frac{2P}{3S \left( \frac{L}{2} - \frac{M}{P} \right)}$$

Casos de carga	Pu Tonf	Mu Tonf-m	fs.min Tonf/m2	fs.max Tonf/m2	
1.0D + 1.0L	26.70	4.16	3.56	9.79	<i>fs &lt; fe, Ok</i>
1.0(D+L) + 0.8SX	25.05	45.59	0.00	-10.18	<i>No pasa</i>
1.0(D+L) - 0.8SX	28.36	37.27	0.00	-30.07	<i>No pasa</i>
1.0(D+L) + 0.8SY	25.16	13.69	0.00	18.39	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>
1.0(D+L) - 0.8SY	28.25	5.37	3.03	11.09	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>

Se aprecia que para los casos de carga de sismo en la dirección X, la zapata no logra transmitir las presiones al suelo debido a que la excentricidad es muy alta.

## PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE ZAPATA Z1

Como propuesta de solución se tiene el aumento del área en contacto con el terreno.

### Materiales

$f'_c$	= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia del concreto
$f'_c$	= 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia del acero
$f_e$	= 3.50 kg/cm <sup>2</sup>	Presión admisible del suelo

### Dimensiones

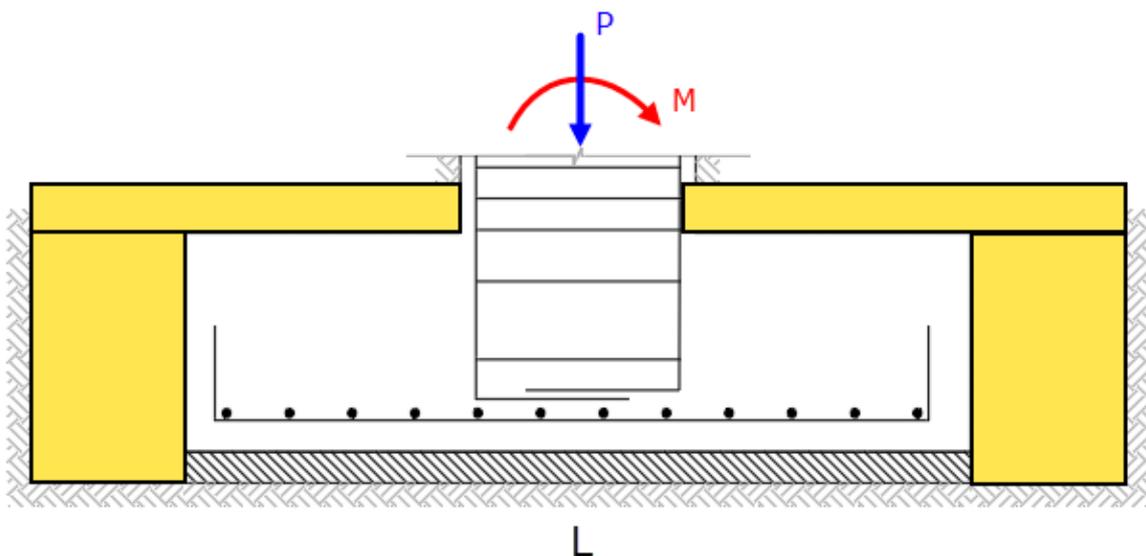
S	= 2.50 m	Ancho de zapata
L	= 3.40 m	Largo de zapata
H <sub>z</sub>	= 0.80 m	Altura de zapata
H <sub>p</sub>	= 0.90 m	Altura de pedestal
d'	= 0.10 m	Distancia al eje de varillas

### Cargas

P <sub>p</sub>	= 33.59 Tonf	Peso de zapata + Peso de relleno
----------------	--------------	----------------------------------

### Cargas externas

	CM Ton-m	CV Ton-m	Ex Ton-m	Ey Ton-m
P <sub>u</sub>	6.83	6.15	-2.07	-1.93
V <sub>u</sub>	0.17	0.32	7.13	0.41
M <sub>u</sub>	1.27	2.35	51.79	11.91



### Distribución de esfuerzos elásticos

$$\sigma_t = \frac{P}{SL} \pm \frac{6M}{SL^2}$$

Casos de carga	Pu Tonf	Mu Tonf-m	fs.min Tonf/m2	fs.max Tonf/m2	
1.0D + 1.0L	46.57	4.06	4.64	6.32	<i>fs &lt; fe, Ok</i>
1.0(D+L) + 0.8SX	44.91	45.49	-4.16	14.73	<i>Redistribuir</i>
1.0(D+L) - 0.8SX	48.22	37.37	-2.09	13.43	<i>Redistribuir</i>
1.0(D+L) + 0.8SY	45.02	13.59	1.46	9.13	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>
1.0(D+L) - 0.8SY	48.11	5.47	4.12	7.20	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>

### Redistribución de esfuerzos elásticos triangulares

$$\sigma_t = \frac{2P}{3S \left( \frac{L}{2} - \frac{M}{P} \right)}$$

Casos de carga	Pu Tonf	Mu Tonf-m	fs.min Tonf/m2	fs.max Tonf/m2	
1.0D + 1.0L	46.57	4.06	4.64	6.32	<i>fs &lt; fe, Ok</i>
1.0(D+L) + 0.8SX	44.91	45.49	0.00	37.15	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>
1.0(D+L) - 0.8SX	48.22	37.37	0.00	19.90	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>
1.0(D+L) + 0.8SY	45.02	13.59	1.46	9.13	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>
1.0(D+L) - 0.8SY	48.11	5.47	4.12	7.20	<i>fs &lt; 1.30fe, Ok</i>

Se observa que aumentando la sección de 2.00m X 2.00m a 2.50m X 3.40 m se logra reducir los esfuerzos por debajo del nivel permisible por la norma E.060, la cual menciona que para combinaciones de carga que involucre cargas de sismo o viento la capacidad admisible del terreno se podrá aumentar al 130%.

Se procede a diseñar la nueva sección de zapata, para ello se seguirán los requisitos expuestos en la norma peruana de concreto armado E.060.

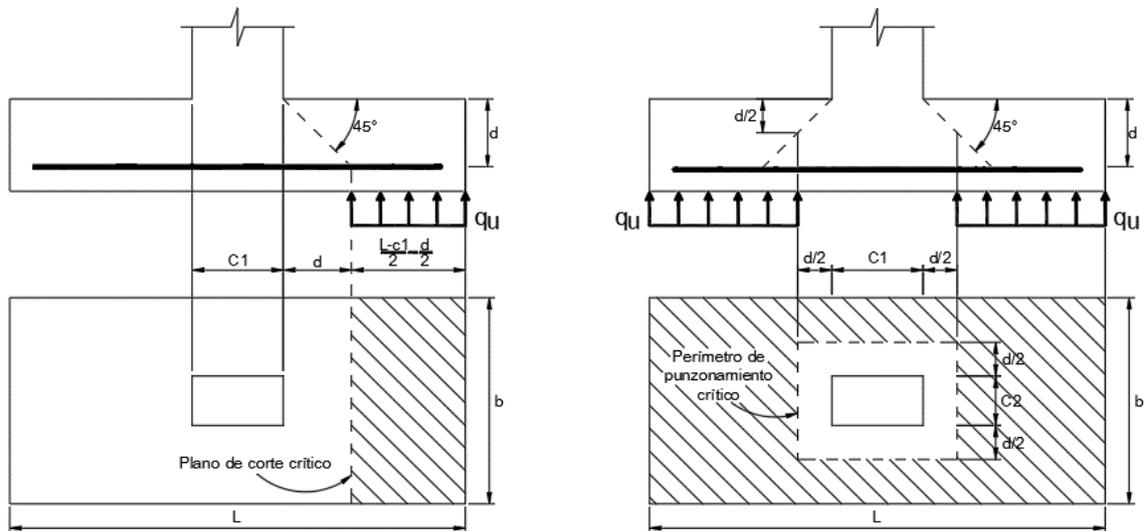
## Amplificación de cargas

Casos de carga	Pu Tonf	Mu Tonf-m	qs.min Tonf/m <sup>2</sup>	qs.max Tonf/m <sup>2</sup>	qu.diseño Tonf/m <sup>2</sup>
1.0D + 1.0L	38.98	3.94	4.66	6.30	6.30
1.25(D+L) + SX	46.65	56.72	-5.17	18.38	21.71
1.25(D+L) - SX	50.79	-46.86	-2.64	16.82	17.42
1.25(D+L) + SY	46.79	16.84	3.13	10.12	10.12
1.25(D+L) - SY	50.65	-6.98	8.52	5.63	8.52
0.90D + SX	27.48	53.03	-6.97	15.05	59.37
0.90D - SX	31.62	-50.55	-5.97	15.02	26.61
0.90D + SY	27.62	13.15	1.32	6.78	6.78
0.90D - SY	31.48	-10.67	6.72	2.29	6.72

## Presión de diseño

La presión de diseño será  $q_u = 59.37$  Tonf/m<sup>2</sup>

## Revisión de la resistencia al corte



## Corte por flexión

$$\phi = 0.85$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$$

Resistencia del concreto

$$V_{ux} = 96.47 \text{ Tonf} < \phi V_{cx} = 134.41 \text{ Tf}$$

OK

$$V_{uy} = 80.74 \text{ Tonf} < \phi V_{cy} = 182.79 \text{ Tf}$$

OK

## Punzonamiento

$$\phi = 0.85$$

$$V_c = 1.06\sqrt{f_c}b_o d \quad \text{Resistencia del concreto}$$

$$b_o = 4.40\text{m} \quad \text{Perímetro de área punzonada}$$

$$V_{uz} = 435.18 \text{ Tonf} < \phi V_{cy} = 473.11 \text{ Tf} \quad \text{OK}$$

## Diseño a flexión

Para encontrar el área de acero que resista los esfuerzos aplicados, se emplearán las siguientes ecuaciones.

$$0.85f_c'ba = Asf_y \quad \phi Mn = Asf_y(d - a/2)$$

Adicionalmente, en la dirección corta una porción del refuerzo ( $\gamma_s As$ ) deberá distribuirse en la franja central.

$$\gamma_s = \frac{2}{\beta + 1}$$

Dirección larga

d	= 70 cm	Peralte efectivo
b	= 100 cm	Ancho de diseño
qu	= 59.37 tf/m <sup>2</sup>	Presión de diseño
Mux	= 54.10 tf/m <sup>2</sup>	Momento de diseño
a	= 4.99 cm	Altura del bloque de Whitney
As	= 21.20 cm <sup>2</sup>	Acero de calculo
$\rho$	= 0.0030 > $\rho_{\text{min}}$	Cuantía de calculo

→ Se deberá colocar barras de 1" @ 0.24m

Dirección corta

d	= 70 cm	Peralte efectivo
b	= 100 cm	Ancho de diseño
qu	= 59.37 tf/m <sup>2</sup>	Presión de diseño
Mux	= 35.92 tf/m <sup>2</sup>	Momento de diseño

$a$	$= 3.27 \text{ cm}$	Altura del bloque de Whitney
$A_s$	$= 13.90 \text{ cm}^2$	Acero de calculo
$\rho$	$= 0.0020 > \rho_{\text{min}}$	Cuantía de calculo
$\gamma_s$	$= 0.848$	Relación de Acero en franja central
$A_s \gamma_s$	$= 11.78$	Área de aceró en franja central
$A_s(1 - \gamma_s)$	$= 2.11 \text{ cm}^2 < A_{s,\text{min}}$	Área de aceró en extremos

→ Se deberá colocar barras de 3/4" @ 0.24m

## ANEXO 11. LICENCIAS DE LOS SOFTWARES EMPLEADOS

**Sap2000 v24.0.0** – Versión de prueba (30 días)



**IDEA StatiCa Connection v22.0.2.1065 – Versión educativa**



UNIVERSIDAD:



TESIS:

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

PROYECTO:

NAVE INDUSTRIAL ZONA TROSH

UBICACION:

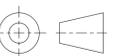
San Antonio de Chaclla 15446

AUTORES:

**TOM ANDIA LÓPEZ**  
Bachiller en Ingeniería Civil  
Y  
**HERBER VALVERDE RIVAS**  
Bachiller en Ingeniería Civil

PLANO:

PLANO DE VISTA GENERAL 3D



ESCALA:

INDICADA

FECHA:

MARZO -2022

CADISTA:

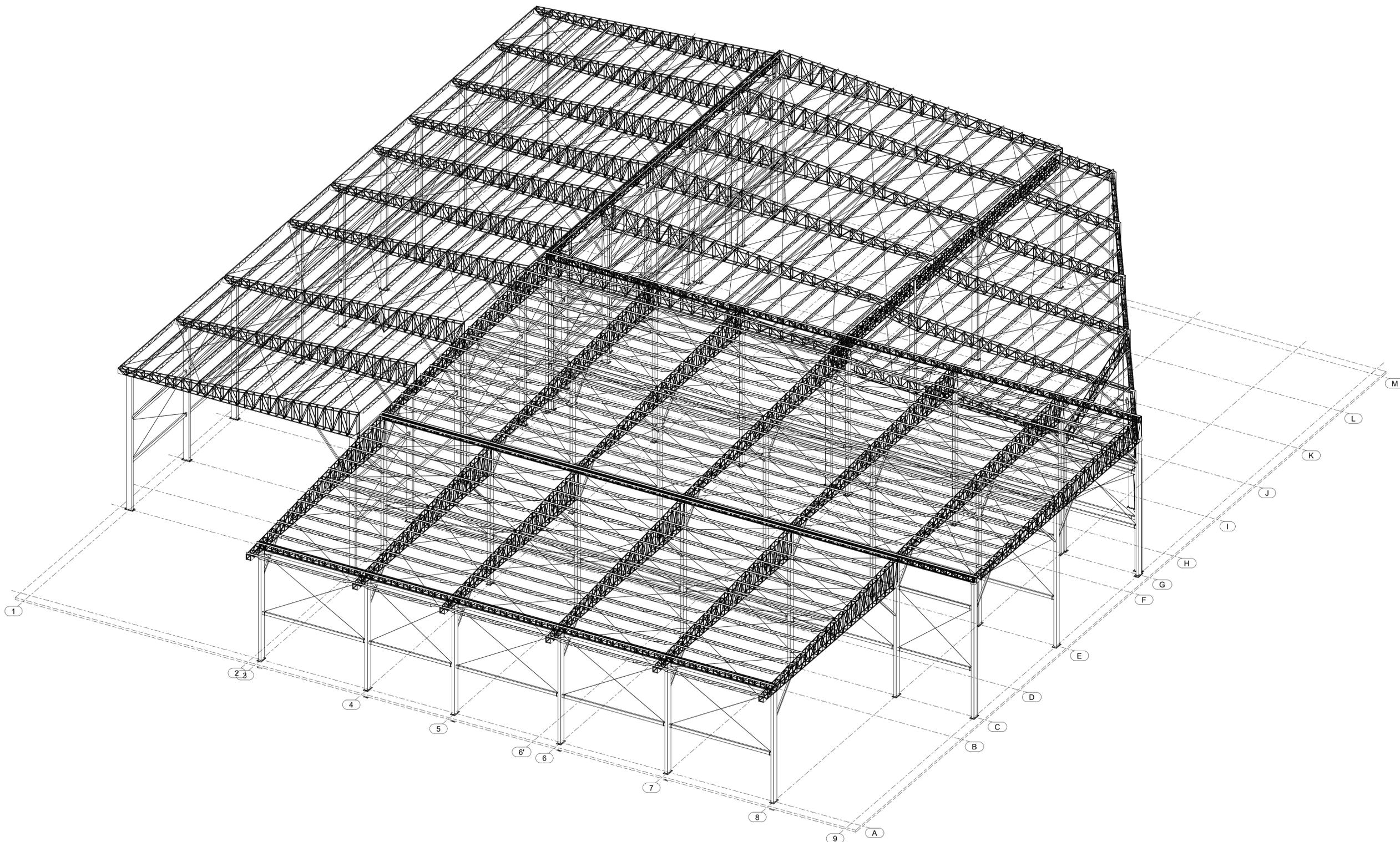
T.A.L.

FORMATO:

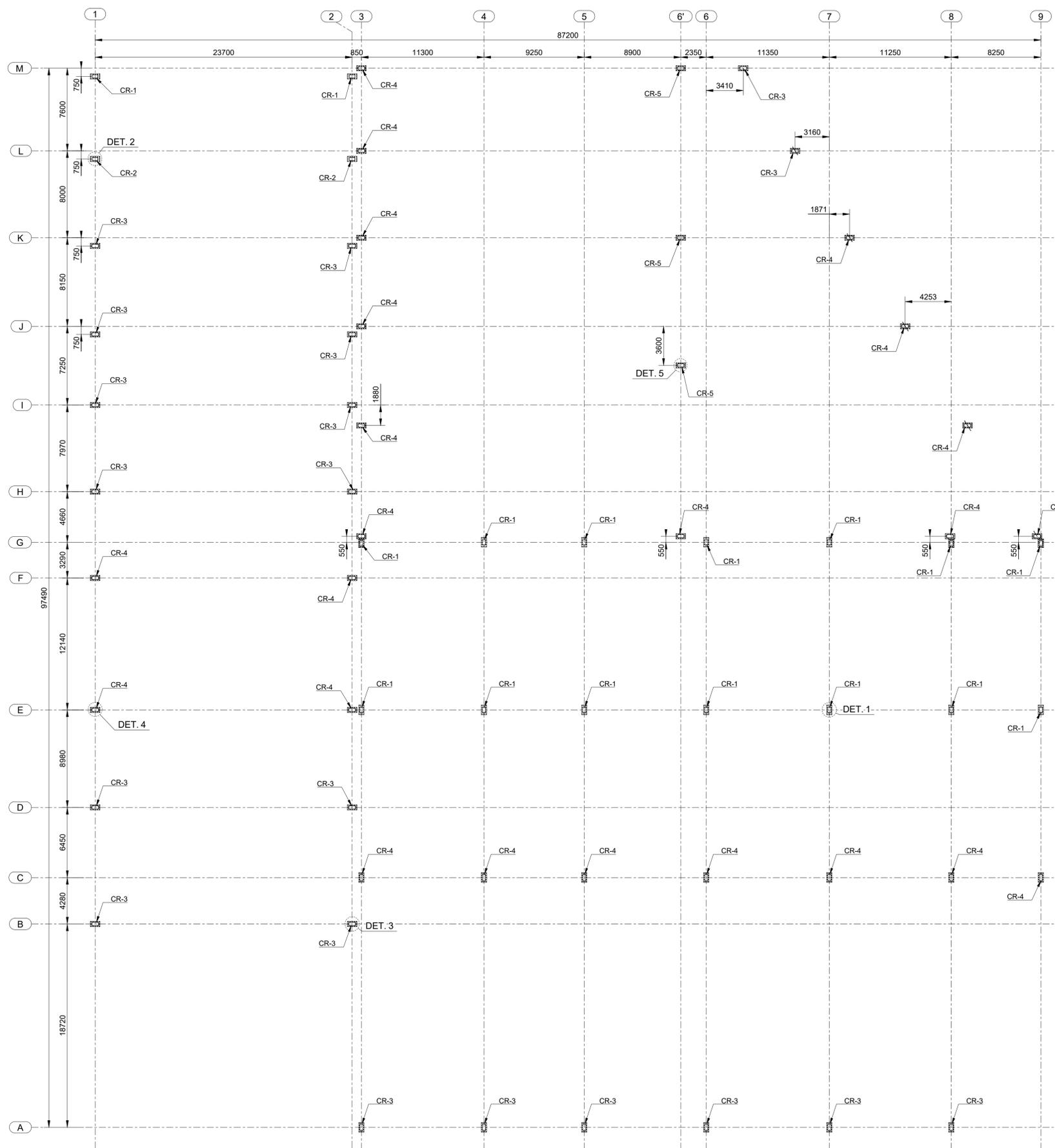
A1 (841X594)

PLANO N°:

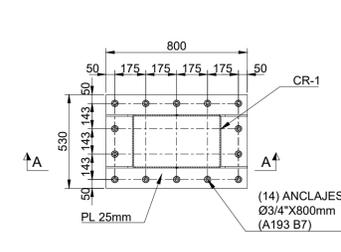
PR-2022-001  
REV.: 0



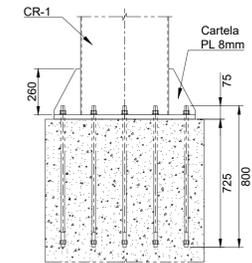
VISTA 3D  
1:175



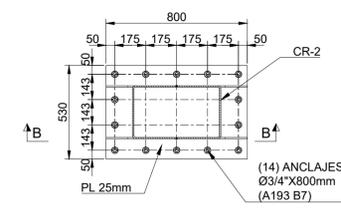
VISTA DE PLANTA GENERAL  
1:210



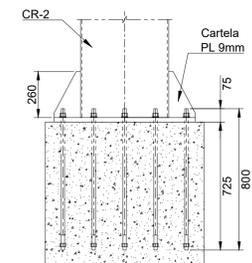
DETALLE ~ 1  
ESC.: 1:20



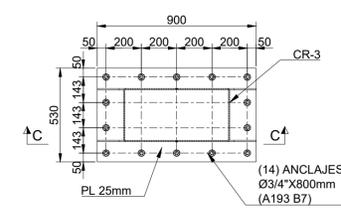
SECCIÓN A - A  
ESC.: 1:20



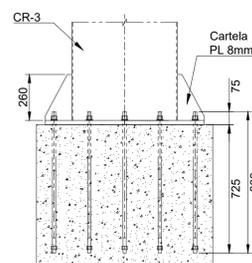
DETALLE ~ 2  
ESC.: 1:20



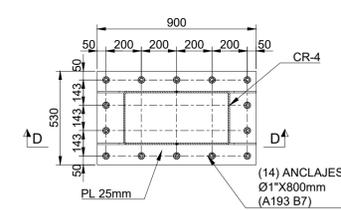
SECCIÓN B - B  
ESC.: 1:20



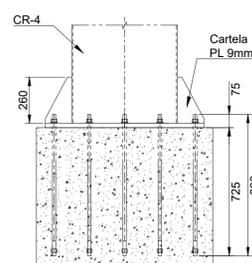
DETALLE ~ 3  
ESC.: 1:20



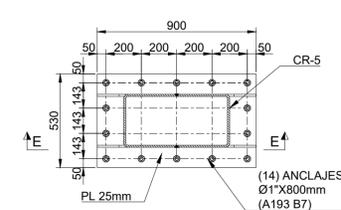
SECCIÓN C - C  
ESC.: 1:20



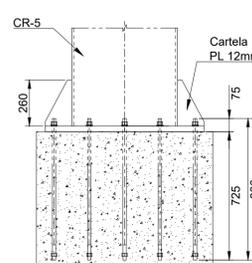
DETALLE ~ 4  
ESC.: 1:20



SECCIÓN D - D  
ESC.: 1:20

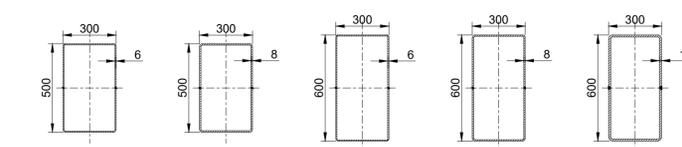


DETALLE ~ 5  
ESC.: 1:20

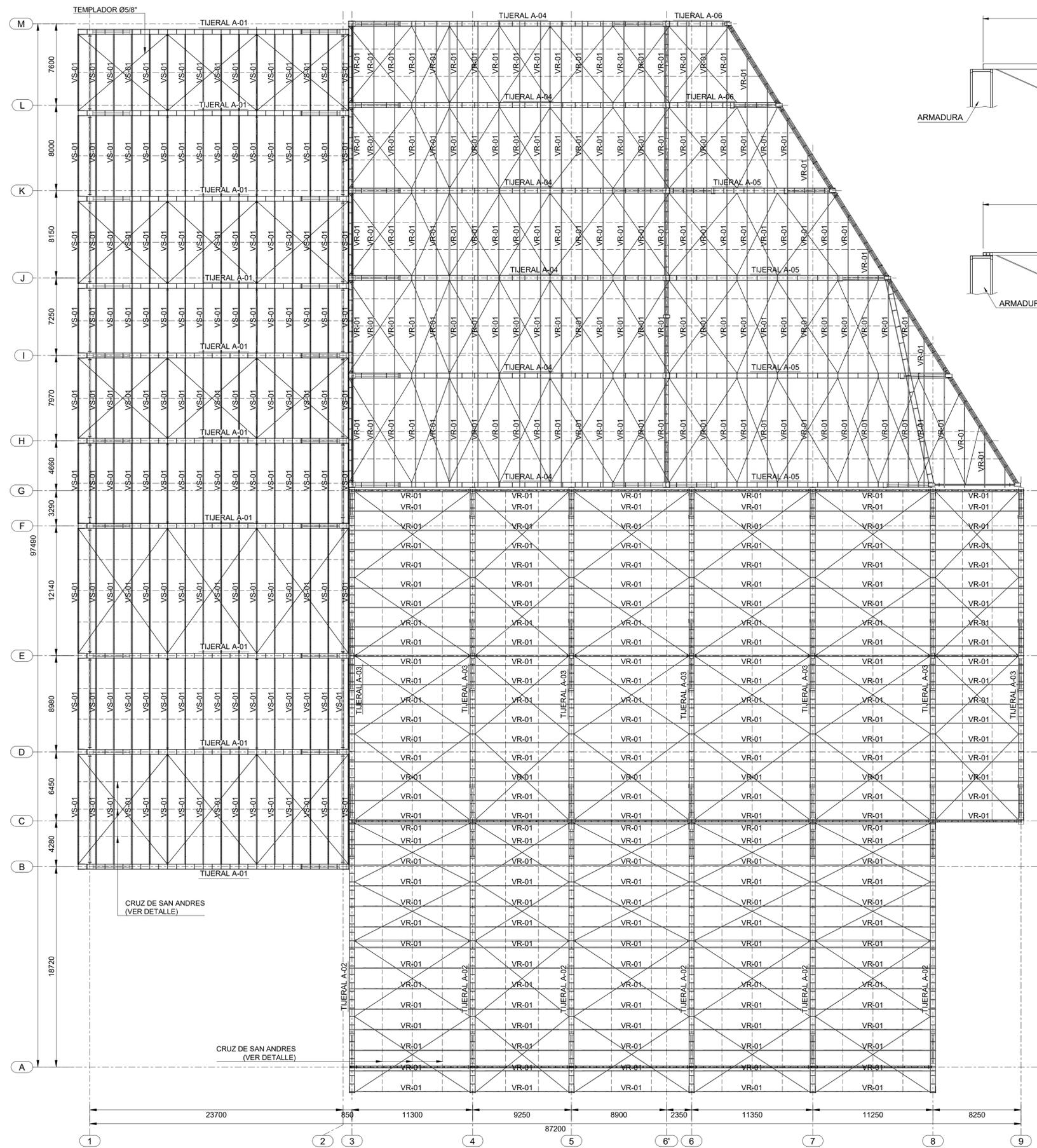


SECCIÓN E - E  
ESC.: 1:20

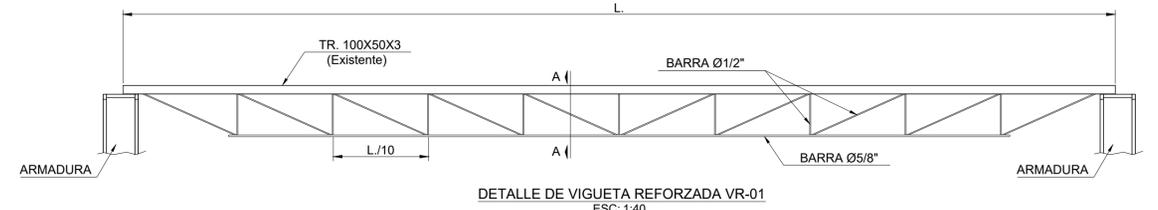
DETALLE DE COLUMNAS



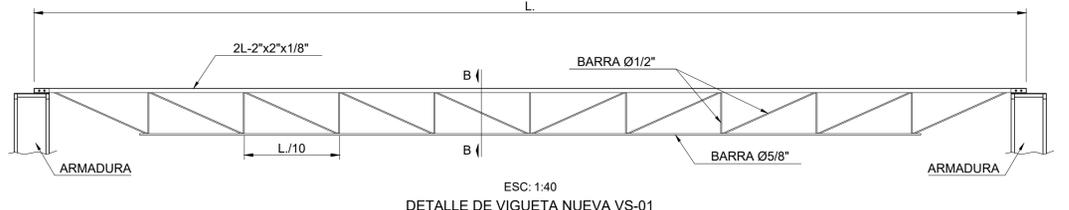
COLUMNA CR-1 TR.500X300X6  
COLUMNA CR-2 TR.500X300X8  
COLUMNA CR-3 TR.600X300X6  
COLUMNA CR-4 TR.600X300X8  
COLUMNA CR-5 TR.600X300X12



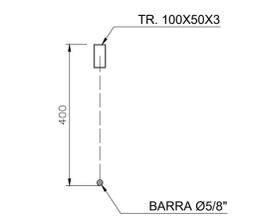
VISTA DE PLANTA - TECHO  
ESC.: 1:210



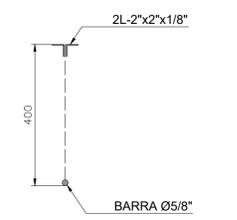
DETALLE DE VIGUETA REFORZADA VR-01  
ESC.: 1:40



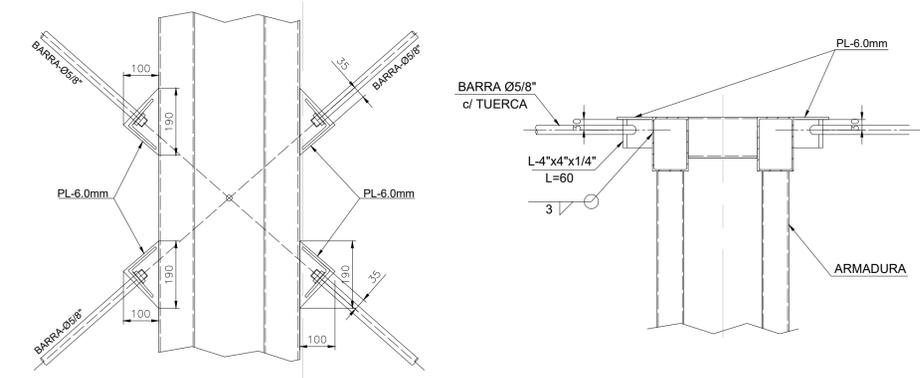
DETALLE DE VIGUETA NUEVA VS-01  
ESC.: 1:40



SECCIÓN A-A  
DETALLE DE VIGUETA REFORZADA  
ESC.: 1:15



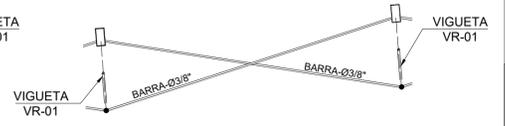
SECCIÓN B-B  
DETALLE DE VIGUETA NUEVA  
ESC.: 1:15



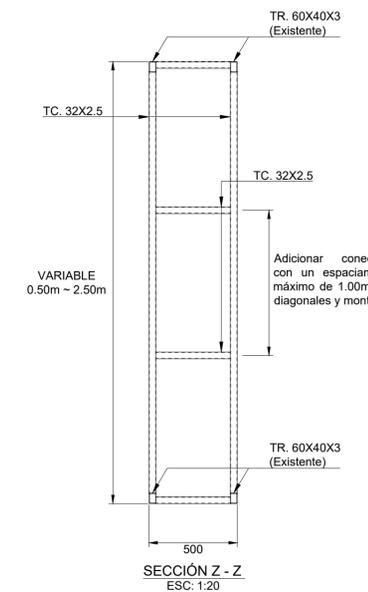
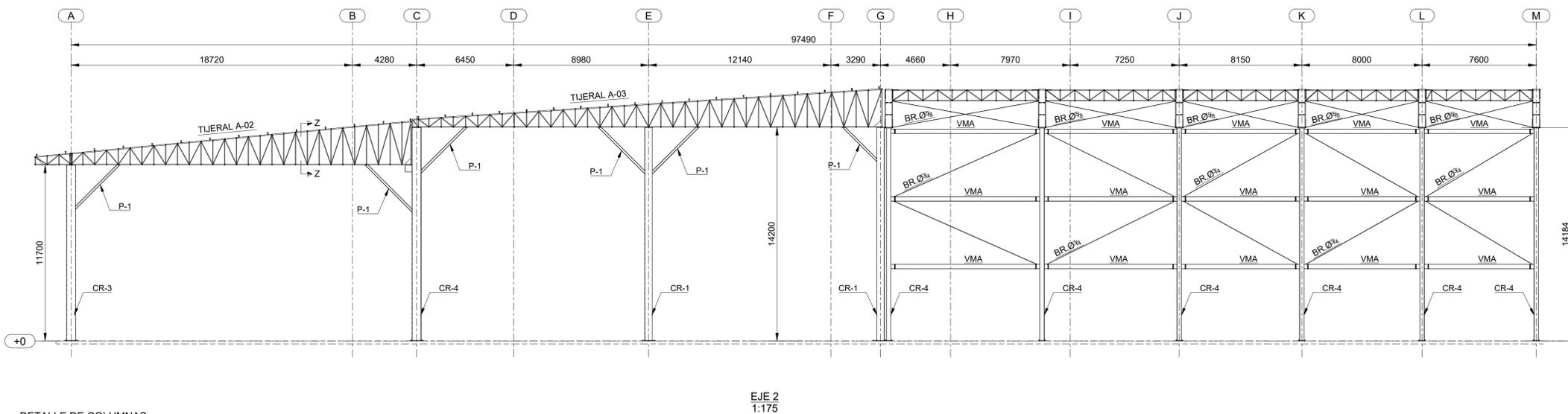
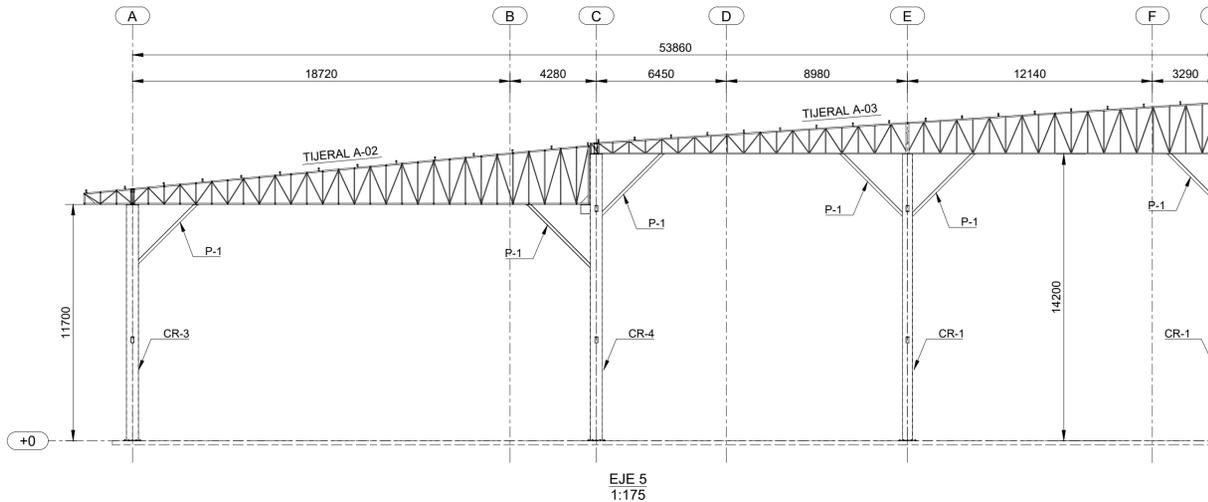
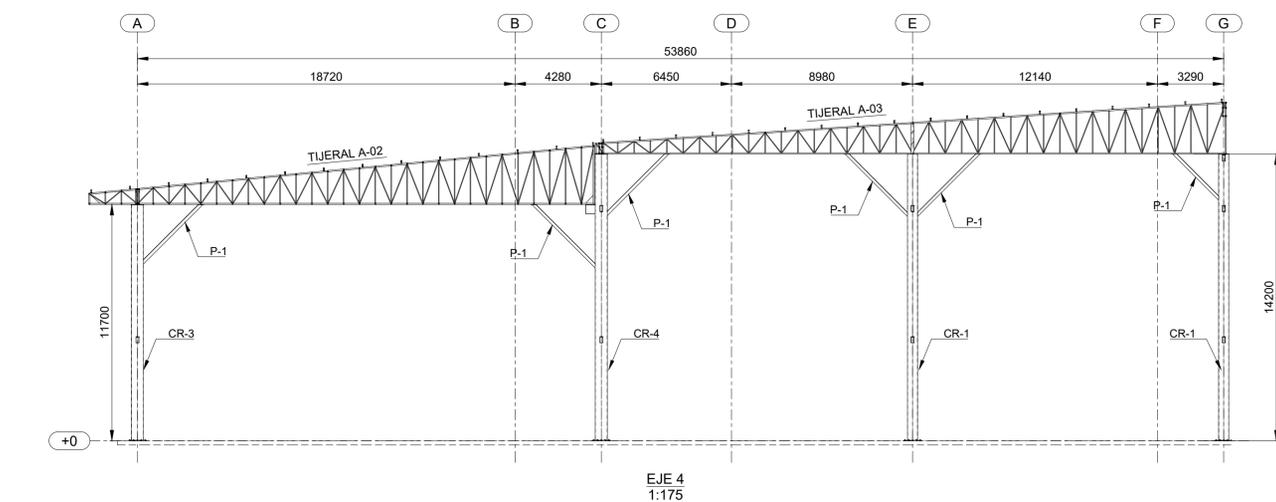
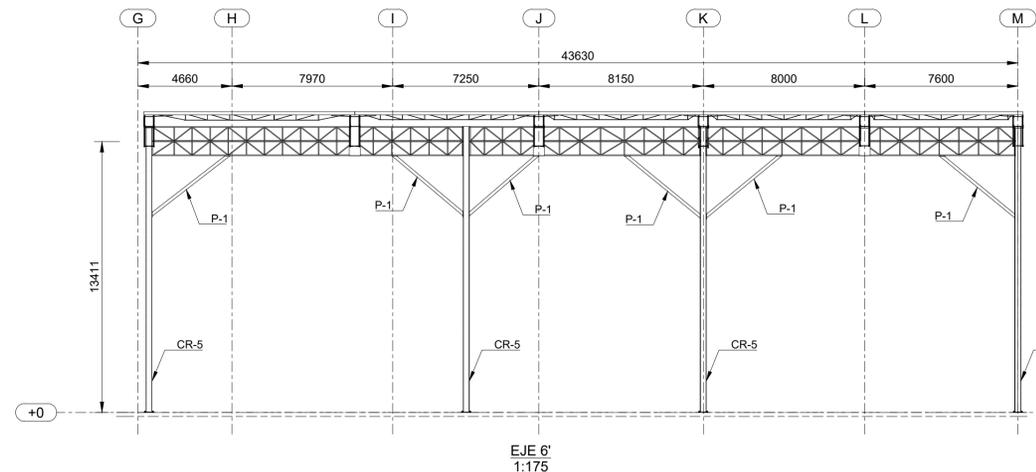
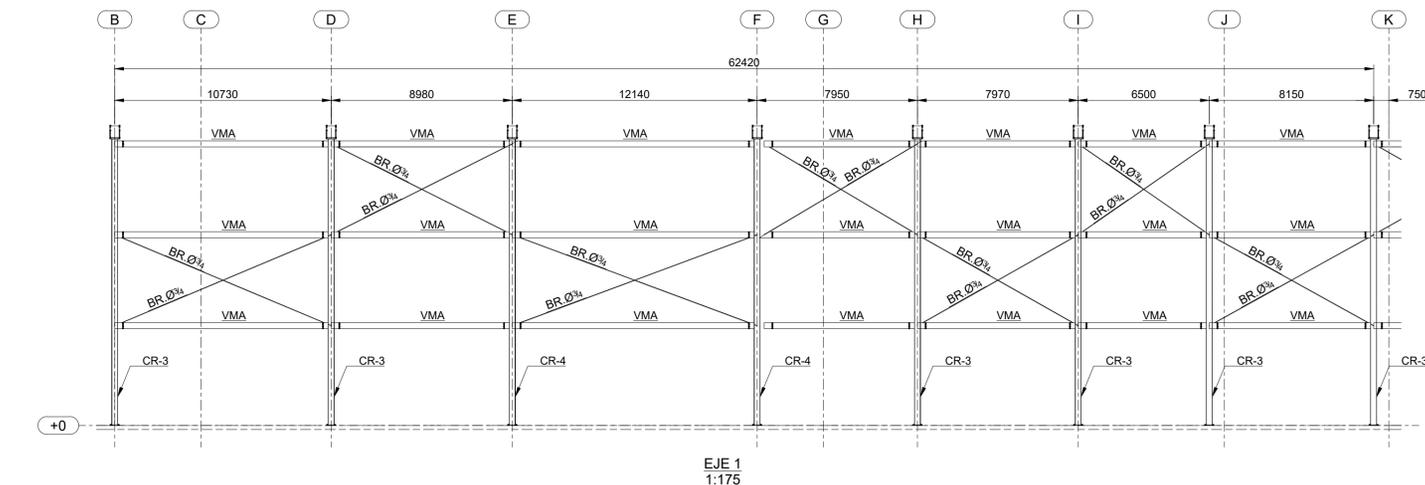
DETALLE TÍPICO DE RIOSTRA HORIZONTAL  
ESC.: 1:15



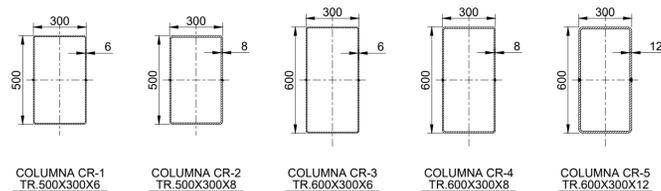
DETALLE TÍPICO DE CRUZ DE SAN ANDRES  
EN VIGUETA NUEVA  
ESC.: 1:20



DETALLE TÍPICO DE CRUZ DE SAN ANDRES  
EN VIGUETA REFORZADA  
ESC.: 1:20

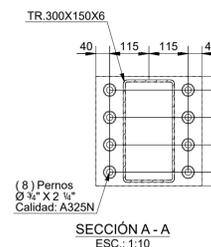
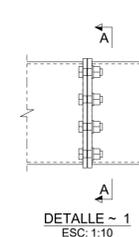
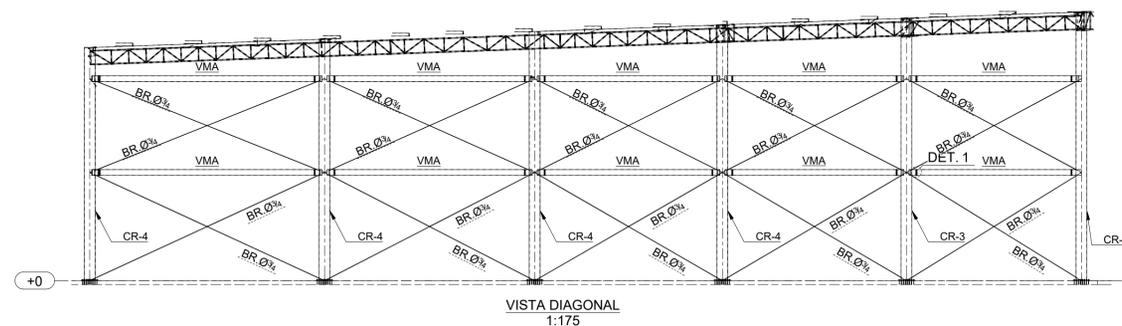
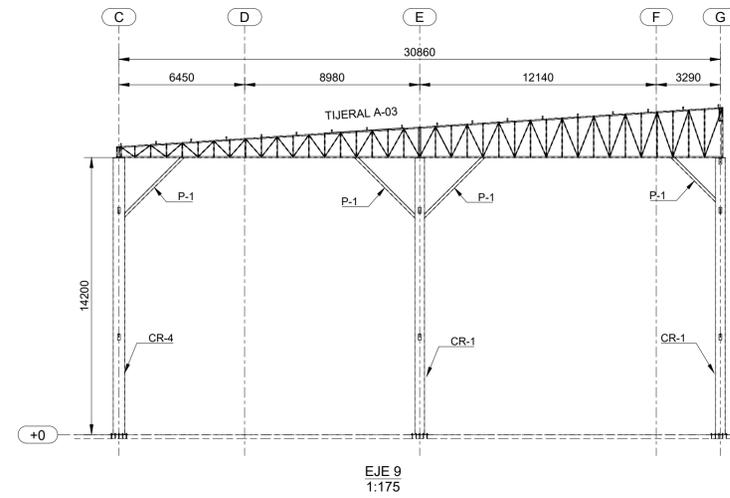
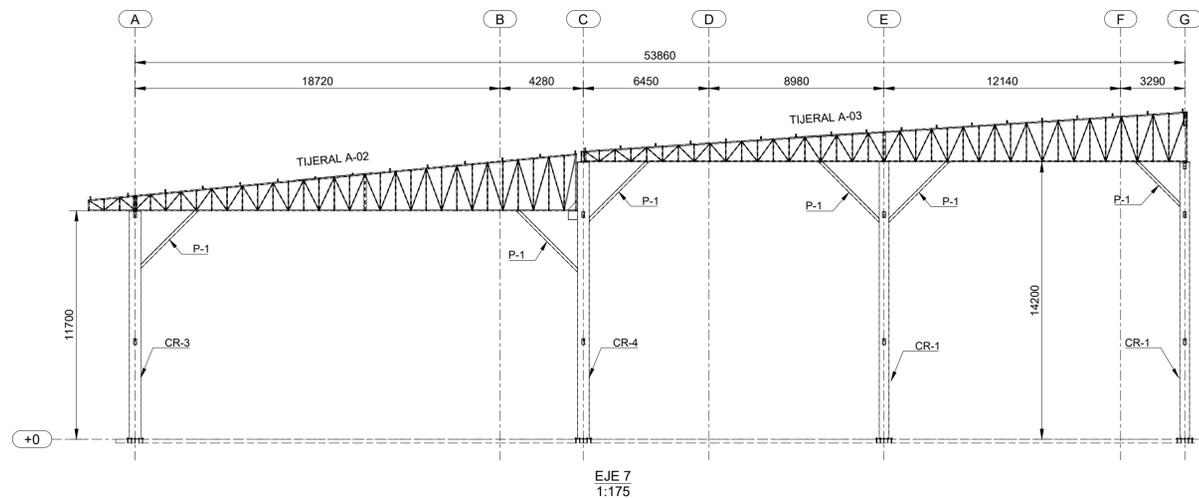
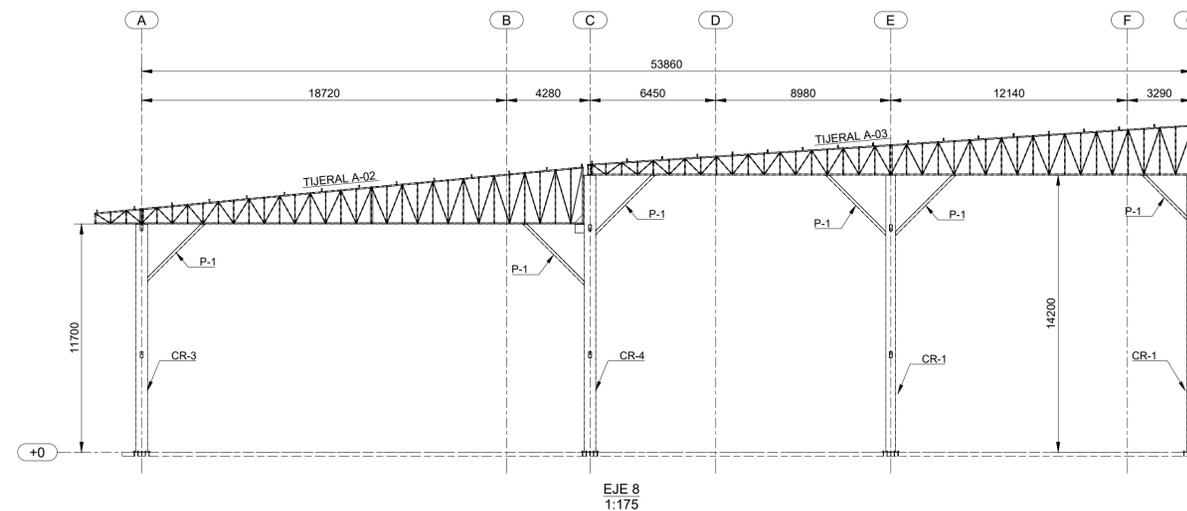
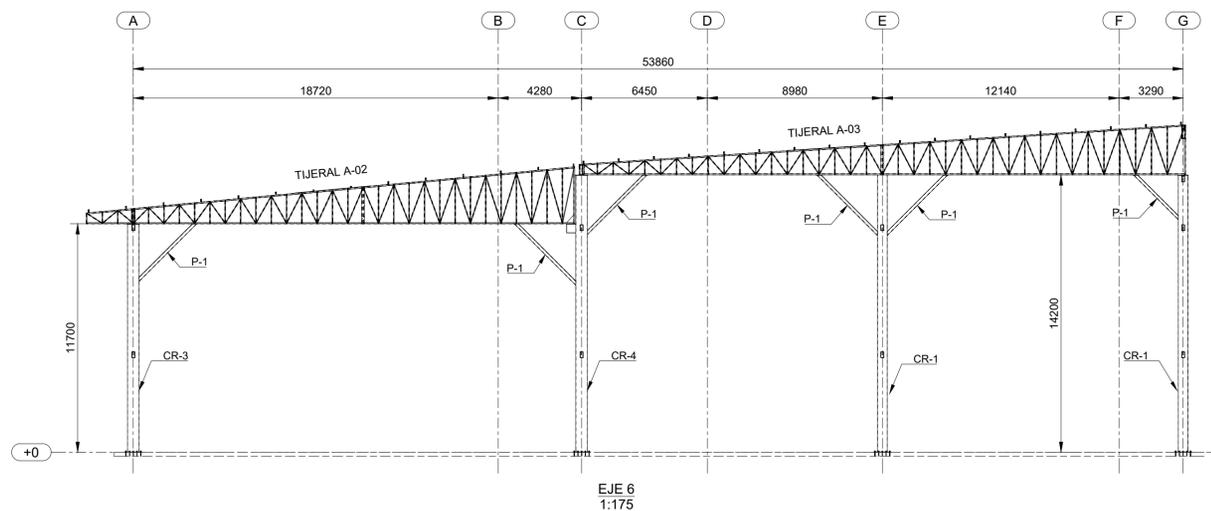


DETALLE DE COLUMNAS



EJE 2  
1:175

SECCIÓN Z - Z  
ESC: 1:20



UNIVERSIDAD:



TESIS:

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022

PROYECTO:

NAVE INDUSTRIAL

UBICACION:

San Antonio de Chaclla 15446

AUTORES:

TOM ANDIA LÓPEZ  
Bachiller en Ingeniería Civil  
Y  
HERBER VALVERDE RIVAS  
Bachiller en Ingeniería Civil

PLANO:

PLANO DE REFORZAMIENTO  
PLANO DE ELEVACION  
EJES: A/ B/ C/ D/ E/ F/ H



ESCALA:

INDICADA

FECHA:

MARZO -2022

CADISTA:

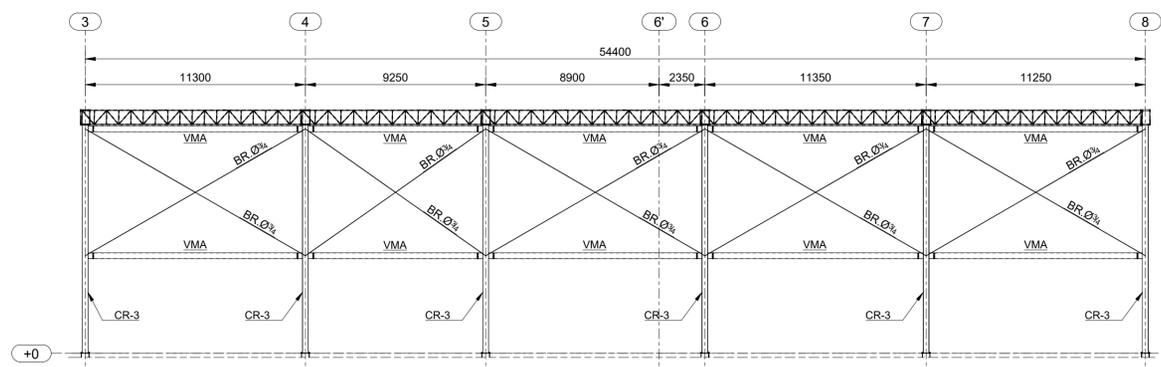
T.A.L.

FORMATO:

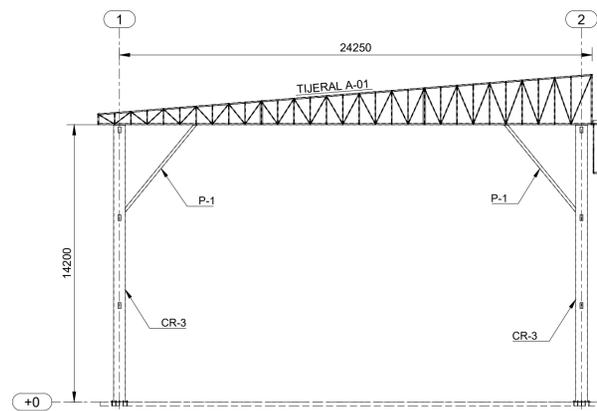
A1 (841X594)

PLANO N°:

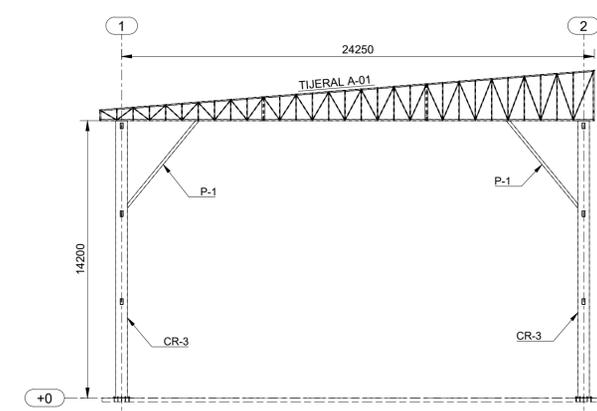
PR-2022-006  
REV.: 0



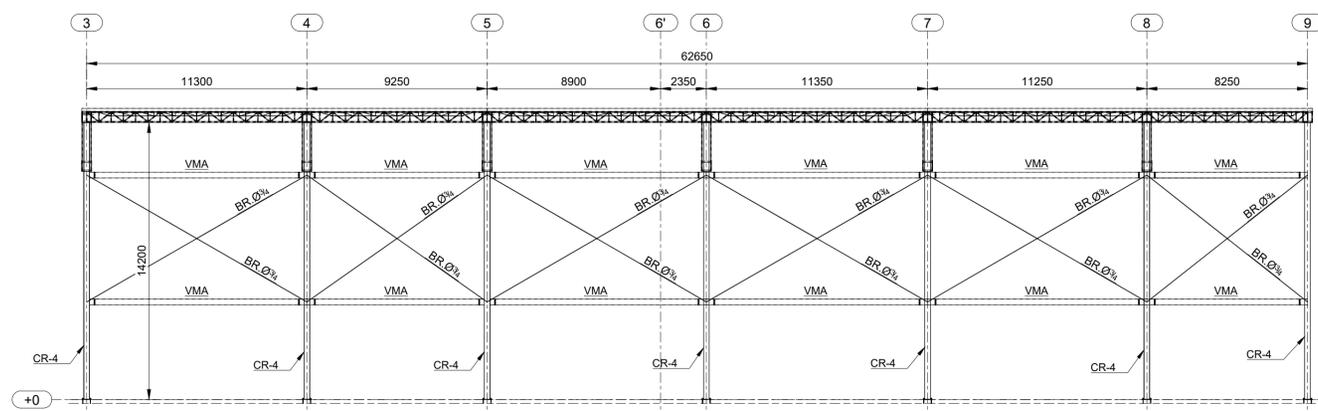
EJE A  
1:175



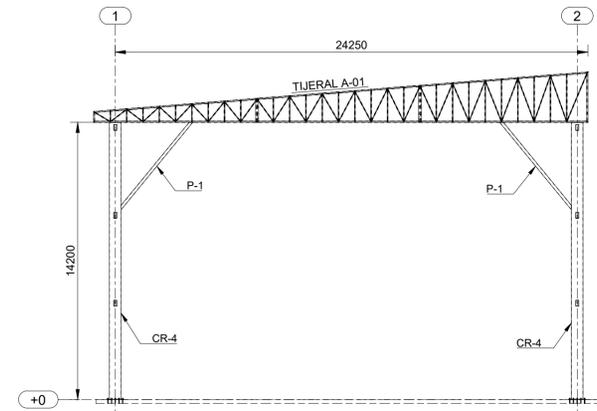
EJE B  
1:175



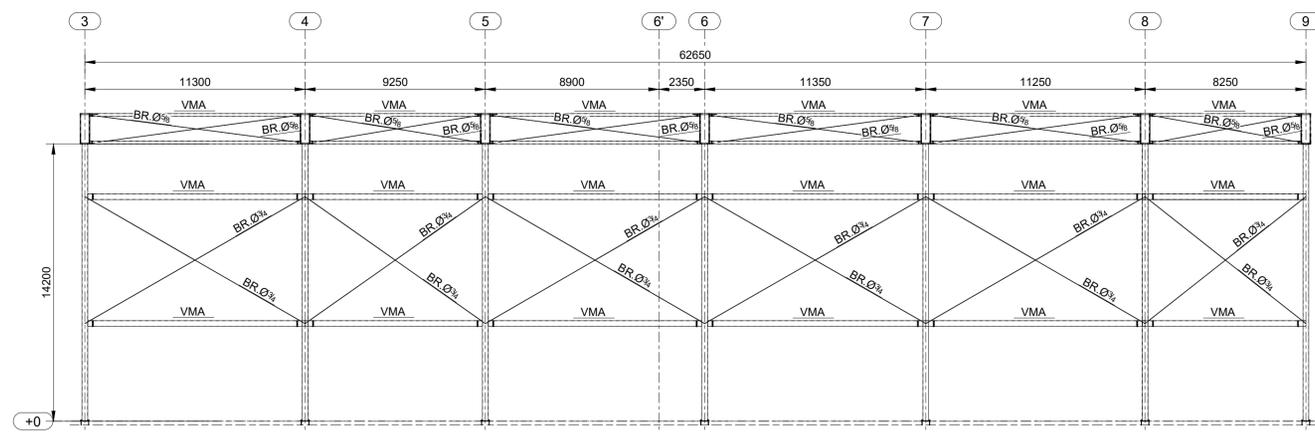
EJE D  
1:175



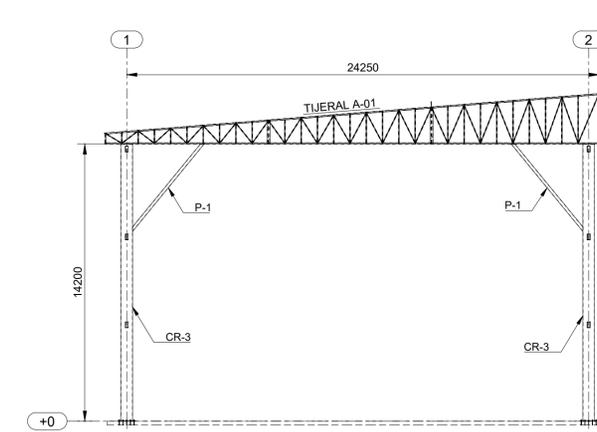
EJE C  
1:175



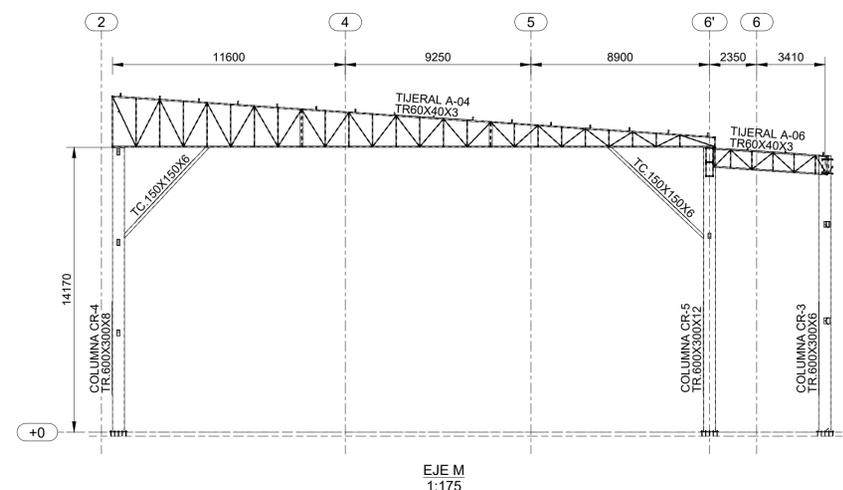
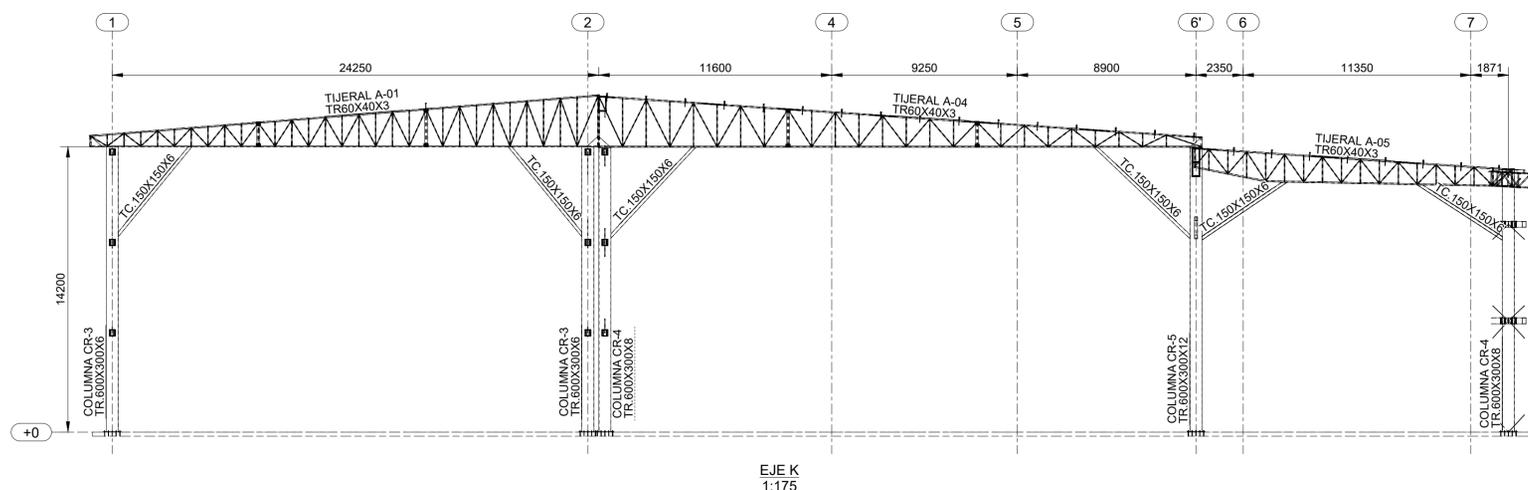
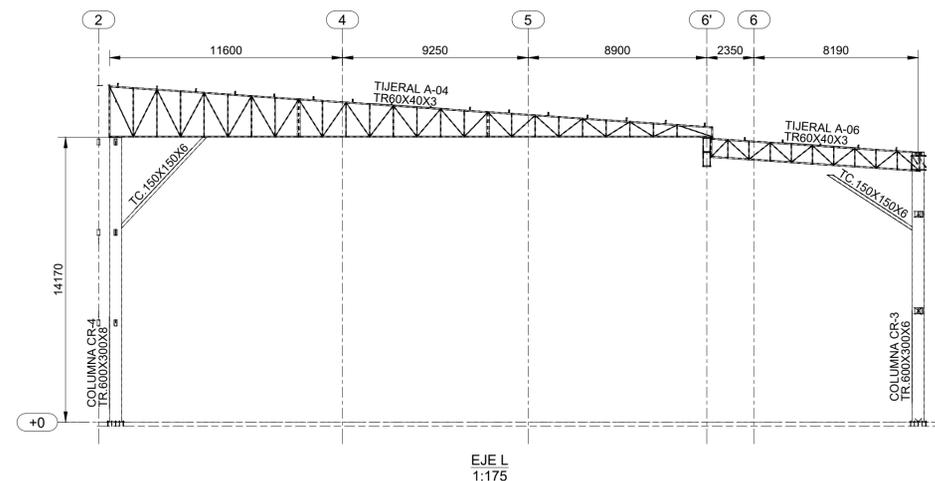
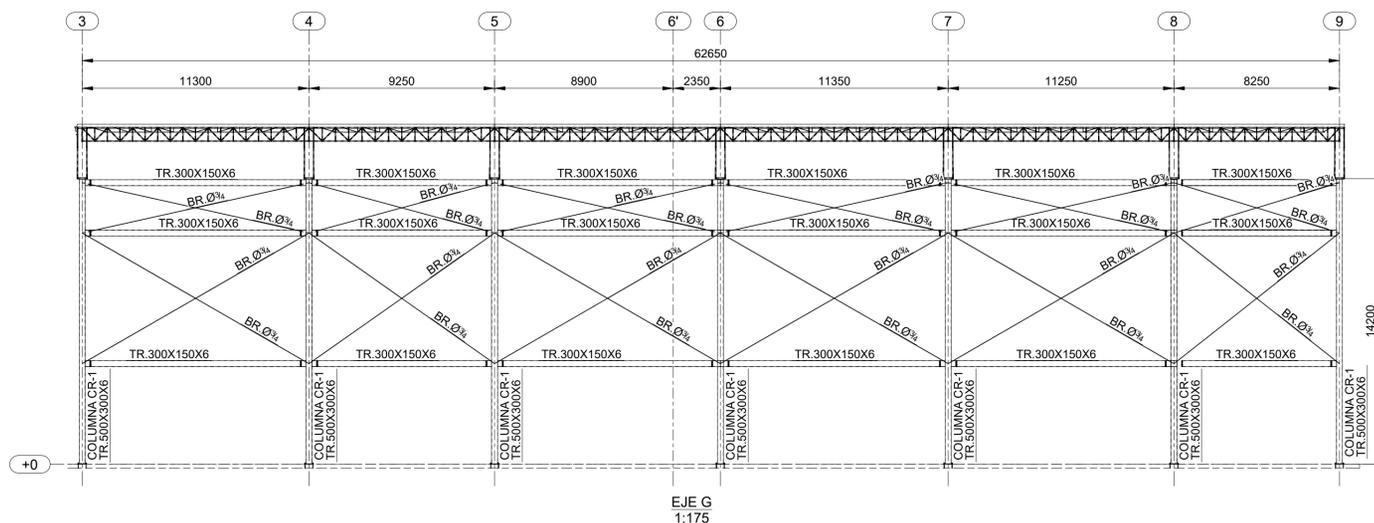
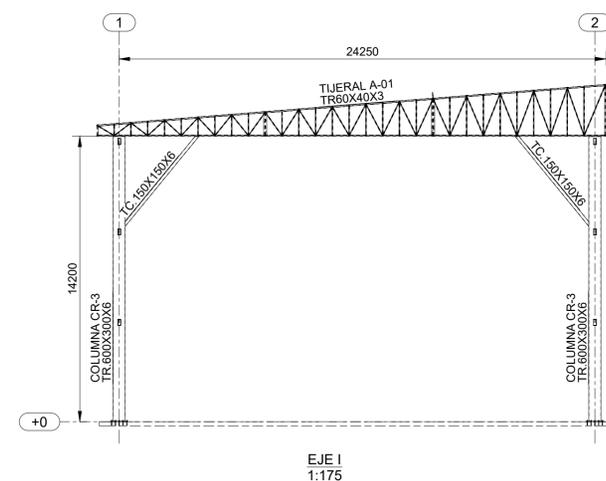
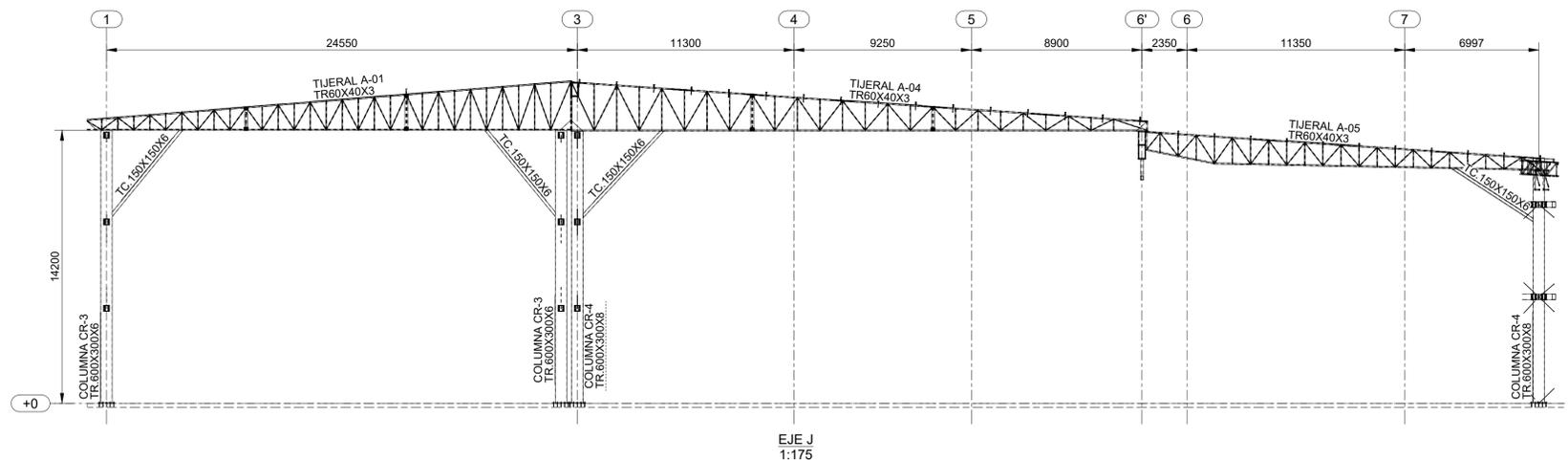
EJE F  
1:175



EJE E  
1:175



EJE H  
1:175





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA MEJORAR SU COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE EN HUAROCHIRI, LIMA 2022", cuyos autores son ANDIA LOPEZ TOM MAVERICK, VALVERDE RIVAS HERBER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Agosto del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO <b>DNI:</b> 46000342 <b>ORCID</b> 0000-0002-6559-0334	Firmado digitalmente por: SAAREVALOV el 06-08- 2022 11:49:48

Código documento Trilce: TRI - 0395763