 BUREAU VERITAS	DSO
	DEVUELTO SIN OBSERVACIONES
Fecha: 30/1/2015	
Autor: Oscar Di Stefano	
<p>"La aprobación que presente la Inspección de Obra a toda la documentación técnica no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad por la correcta ejecución de los trabajos, tanto en la faz técnica como legal."</p>	



SÓLO INFORMATIVO Junta de GNL, ESR y Cisternas





**AREA 20 MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE**

Doc. No: P227538-USICA-PLA20-CC-0001

Revisión: 0

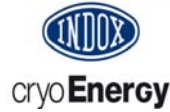
Fecha: 18/11/2014

Control de Firmas		
Realizado	Revisado	Aprobado
P.L.G./J.F.L.	R.V.C	J.L.L
18/11/2014	18/11/2014	18/11/2014
Fecha y firma	Fecha y firma	Fecha y firma
Aprobado electrónicamente mediante firma electrónica		

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 2 de 29</p>
---	---	--

REGISTRO DE CAMBIOS

Rev.	Fecha	Autor	Sección Afectada	Razones del Cambio
A	19/09/2014	P.L.G/J.F.L.	Todas	Emitido para comentarios
0	18/11/2014	P.L.G/J.F.L.	Todas	Emitido para construcción



Planta de GNL, ESR y Cisternas

AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO
PERMANENTE

Doc. Nº: P227538-USICA-
PLA20-CC-0001

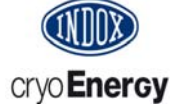
Rev.: 0

Fecha: 18/11/2014

Página 3 de 29

ÍNDICE

1	OBJETO.....	5
2	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	6
3	NORMAS DE APLICACIÓN	7
4	MATERIALES	8
4.1	Estructuras de Hormigón	8
4.2	Resistencia del hormigón.....	8
4.3	Acero corrugado.....	9
5	DATOS PARA EL CÁLCULO	10
5.1	Pesos Propios	10
5.2	Cargas muertas	10
5.3	Sobrecargas de uso	10
5.4	Nieve.....	10
5.5	Viento	11
5.6	Sismo	11
5.7	Cargas Térmicas	14
5.8	Combinaciones de acciones de cálculo	14
5.9	Flechas Admisibles.....	14
5.10	Desplazamientos Horizontales Admisibles	14
6	DATOS DEL TERRENO	15
7	CONSIDERACIONES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	16
8	MODELO DE CÁLCULO	18
8.1	Listado de acciones consideradas	18
8.2	Hipótesis de carga	21
8.3	Listado de cargas.....	21
8.4	Listado de combinaciones.....	22
9	DESCRIPCIÓN DE LOS EDIFICIOS	23
9.1	EDIFICIO PARRILLA	23



Planta de GNL, ESR y Cisternas

AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO
PERMANENTE

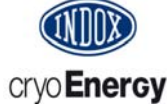
Doc. Nº: P227538-USICA-
PLA20-CC-0001

Rev.: 0

Fecha: 18/11/2014

Página 4 de 29

9.1.1	Elementos estructurales	23
9.2	EDIFICIO DORMITORIOS.....	24
9.2.1	Elementos estructurales	24
9.3	EDIFICIO GIMNASIO	25
9.3.1	Elementos estructurales	26
9.4	EDIFICIO COMEDOR.....	26
9.4.1	Elementos estructurales	27
10	ANEXO I LISTADOS DE RESULTADOS	29



Planta de GNL, ESR y Cisternas

AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO
PERMANENTE

Doc. Nº: P227538-USICA-
PLA20-CC-0001

Rev.: 0

Fecha: 18/11/2014

Página 5 de 29

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el cálculo y justificación del diseño de la estructura en hormigón armado, de los edificios del denominado Campamento Permanente (Edificio Parrilla, Dormitorios, Gimnasio y Sala de Recreación y Comedor), ubicado al norte de la Planta de GNL, ESR y Adquisición de Cisternas que Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, en adelante YPF, va a construir en el emplazamiento de Rio Grande (Bolivia) a cargo de la Unión Temporal de Empresas formada por SENER INGENIERIA Y SISTEMAS e INDOX, en adelante UTE SENER-INDOX.

El Campamento Permanente forma parte de las actuaciones a realizar dentro del mencionado proyecto.

La Figura 1.1 indica la ubicación del Campamento Permanente y la Figura 1.2 la distribución de los Edificios dentro de la parcela.

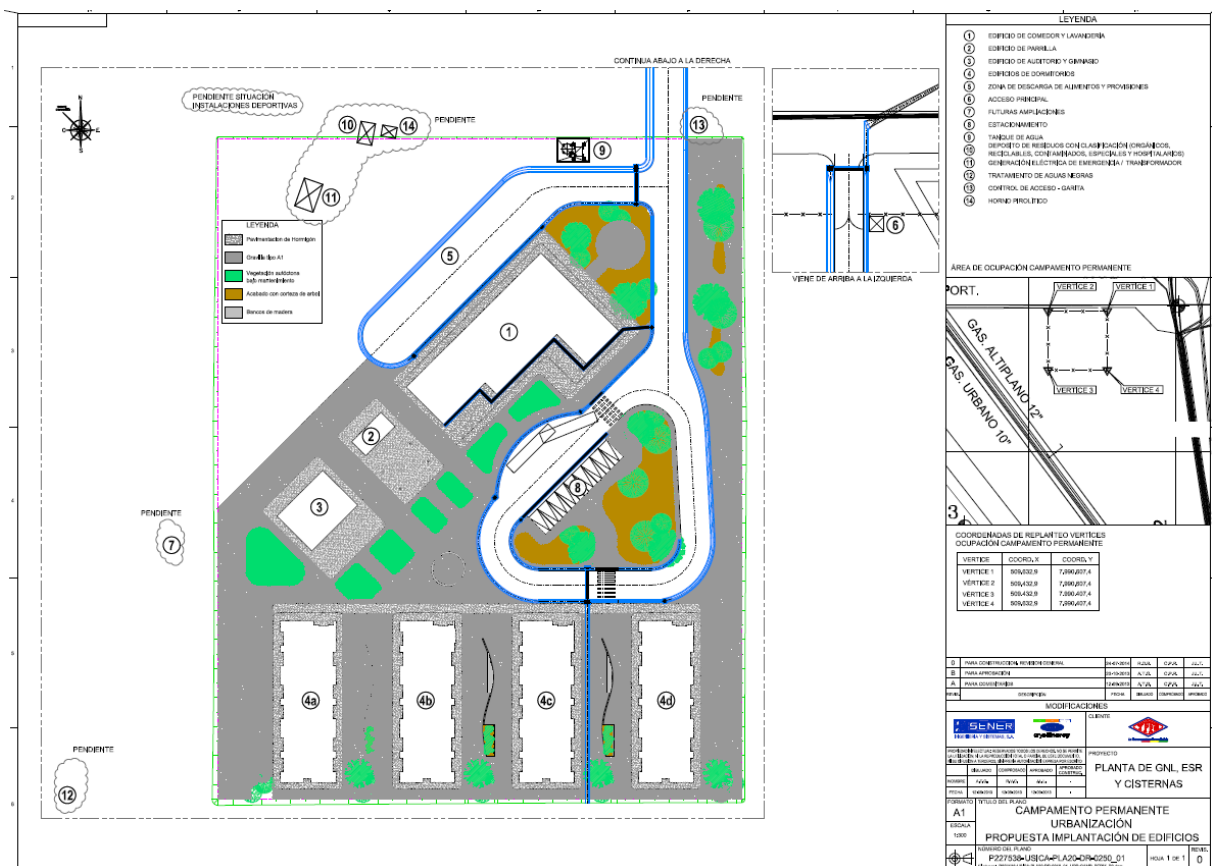


Figura 1.1. Implantación edificio


 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 6 de 29</p>
--	---	--

2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

A continuación se detallan los documentos de referencia, que forman parte de la presente memoria, y que han servido como base para el desarrollo del diseño de los edificios.

Los siguientes documentos forman parte de este documento como extensión de lo especificado.


Referencia	Título
P227538-USICA-GEN00-CD-0001	Bases de Diseño Civil
P227538-USICA-GEN00-DR-0101	Estándar de Obra Civil
P227538-USICA-GEN00-SP-0001	Especificación de Obra Civil
P227538-USICA-GEN00-SP-0006	Especificación Edificios
P227538-USICA-PLA20-DR-0371	CP. Comedor y Lavandería. Cimentación
P227538-USICA-PLA20-DR-0381	CP. Comedor y Lavandería. Estructura
P227538-USICA-PLA20-DR-0391	CP. Comedor y Lavandería. Arquitectura
P227538-USICA-PLA20-DR-0372	CP. Parrilla. Cimentación
P227538-USICA-PLA20-DR-0382	CP. Parrilla. Estructura
P227538-USICA-PLA20-DR-0392	CP. Parrilla. Arquitectura
P227538-USICA-PLA20-DR-0373	CP. Gimnasio. Cimentación
P227538-USICA-PLA20-DR-0383	CP. Gimnasio. Estructura
P227538-USICA-PLA20-DR-0393	CP. Gimnasio. Arquitectura
P227538-USICA-PLA20-DR-0374	CP. Dormitorios. Cimentación
P227538-USICA-PLA20-DR-0384	CP. Dormitorios. Estructura
P227538-USICA-PLA20-DR-0394	CP. Dormitorios. Arquitectura

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 7 de 29</p>
---	---	--

3 NORMAS DE APLICACIÓN

La normativa de aplicación a esta memoria de cálculo son las indicadas en la siguiente tabla resumen:

Código	Descripción
CBH-87	Código Boliviano de Hormigón
NBDS-2006	Norma Boliviana de Diseño Sísmico
IBCH	Instituto Boliviano del Cemento y Hormigón
ASCE-SEI 7-10	American Society of Civil Engineers Minimum Design Loads for Buildings and other Structures
NBR 748 grado CA 50	Asociación Brasileña de Normas Técnicas
EHE-08	Instrucción de hormigón estructural

	<h2>Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 8 de 29</p>
---	---	--

4 MATERIALES

4.1 Estructuras de Hormigón

La Normativa Boliviana de referencia será de aplicación a efectos de cálculo en estructuras de hormigón armado.

Definición	Código	Calidad	Observaciones
Hormigón cimentaciones y estructuras	CBH-87	H30	Resistencia característica a compresión $f_{ck} = 30$ MPa
Hormigón de limpieza bajo cimentaciones	CBH-87	H12,5	Resistencia característica a compresión $f_{ck} = 12,5$ MPa
Acero corrugado	CBH-87 NBR 748	AH 500 N grado CA 50	Límite elástico $f_y = 500$ MPa
Cemento	NB 011	IP30	Hormigón H12,5 y H30
Agregados	IBNORCA	NB 594:1991 NB 595:1991	

4.2 Resistencia del hormigón

Las clases de resistencias para los diferentes tipos de hormigón según la Norma Boliviana CBH 87 son las siguientes:

Definición	Denominación	H 12,5	H 30
f_{ck} (MPa)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION	12,5	30
$f_{ct,k}$ (MPa)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A TRACCIÓN	(*)	2,0
f_{cv} (MPa)	RESISTENCIA VIRTUAL DE CÁLCULO A CORTANTE	(*)	1,3
f_{bd} Posicion I (MPa)	RESISTENCIA DE ADHERENCIA DE CÁLCULO EN POSICION I	(*)	3,1
f_{bd} Posicion I (MPa)	RESISTENCIA DE ADHERENCIA DE CÁLCULO EN POSICION II	(*)	3,1
E_{cm} (GPa)	MÓDULO SECANTE DE LA DEFORMACIÓN LONGITUDINAL DEL HORMIGÓN	(*)	32

(*) Hormigón H12,5 se empleará para hormigón de limpieza bajo cimentaciones y en rellenos de hormigón en masa, no empleándose como hormigón estructural.

Para agregados será de aplicación la Normativa Boliviana del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, y las Normas Americanas incluidas en el AASHTO

	<p style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 9 de 29</p>
---	--	--

4.3 Acero corrugado

Los diámetros nominales de las barras corrugadas según la Tabla 4.1a de la Norma CBH-87 son las siguientes:

Tabla 4.1.a - Diámetros y áreas de aceros

Diámetro, en mm	4	6	8	10	12	16	20
Área, en cm²	0,126	0,283	0,503	0,785	1,131	2,011	3,142
Diámetro, en mm	25	32	40	50			
Área, en cm²	4,909	8,042	12,566	19,635			

Figura 4.3.1- Tabla 4.1a CBH-87. Diámetros y áreas de aceros empleados

No obstante, los diámetros que comercializan en Bolivia los principales suministradores de acero están basados en la Norma Brasileña NBR 7480 grado CA 50, equivalente a la Norma Belga CA50 y son los siguientes:

Medida y Peso Métrico Exacto

Medida (mm)	Peso Métrico Exacto (kg/m)	Tolerancia (%)	Sección Nominal (mm ²)
6,0	0,222	±7	28,3
8,0	0,395	±7	50,3
9,5	0,556	±6	71,0
12,0	0,888	±6	113,1
16,0	1,578	±5	201,1
20,0	2,466	±5	314,2
25,0	3,853	±4	490,9
32,0	6,313	±4	804,2

Figura 4.3.2- Diámetros comerciales en Bolivia

Por lo que serán éstos últimos diámetros basados en la Norma Brasileña NBR 7480 grado CA 50, equivalente a la Norma CA50, como diámetros utilizados en el diseño y cálculo.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 10 de 29</p>
---	---	---

5 DATOS PARA EL CÁLCULO

5.1 Pesos Propios

- Materiales

El peso específico del hormigón armado considerado es el indicado en la Norma CBH-87, apartado 6.2.2.1: 25 kN/m³.

El peso específico del acero es 7850 kg/m³.

El control de los materiales será normal

5.2 Cargas muertas

- Cerramiento

La carga del cerramiento se ha supuesto de 16 kN/ml.

- Tabiques palomeros

Se ha supuesto la carga de los tabiques palomeros del forjado de cubierta de 3 kN/ m².

- Solado y acabado inferior

El solado y el acabado inferior en planta baja es de 2.5 kN/m² mientras que en cubierta supone 2 kN/m².

- Formación de cubierta

La formación de cubierta supone 2.00 kN/m².

5.3 Sobrecargas de uso

- Zona de cubierta para ubicación equipos de aire acondicionado

Sobrecarga uniforme de 3.5 kN/m²

- Zona de cubierta para mantenimiento equipos de aire acondicionado

Sobrecarga uniforme de 1.5 kN/m²

5.4 Nieve

Se ha considerado una sobrecarga de nieve de 0.60 kN/m² en cubierta.

	<p style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 11 de 29</p>
---	--	---

5.5 Viento

La velocidad del viento para el diseño de estructuras es de 110 km/h con una dirección de los vientos dominantes NNW.

Para el cálculo de las cargas de viento será de aplicación la siguiente normativa de referencia, ASCE SEI 7-10 Minimum Design Loads for Buildings and other Structures. (Normativa Americana)

Tomando los siguientes parámetros de diseño:

Velocidad básica de diseño: 31 m/s

Categoría de ocupación: Tipo II

Categoría de terreno: C

Efectos topográficos: Flat

La superficie expuesta del viento será la longitud y el ancho de cada edificio:

Dormitorios → Ancho Y =11.00 m y Largo X =32.50 m

Parrilla → Ancho Y =16.00 m y Largo X =10.00 m

Comedor → Ancho Y =22.30 m y Largo X =38.30 m

Gimnasio → Ancho Y =14.00 m y Largo X =13.00 m

5.6 Sismo

Los datos sísmicos indicados a continuación se han establecido en base a lo indicado en la Norma Boliviana de diseño sísmico NBDS-2006.

Según §3.4 Coeficientes Sísmicos de Poblaciones de Bolivia para la ciudad Capital Santa Cruz y Departamento Santa Cruz, le corresponde:

- $A_0/g = 0,08$
- Espectro Tipo 4 para Suelos Blandos Tipo S3 ($0,50 < \sigma_{adm} < 2,0 \text{ Kg./cm}^2$)

Datos		Límites	
a_0	0,10	T1	0,80
c	0,25	T2	3
r	1		

	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 12 de 29</p>
---	---	---

Puntos	Período (seg)	Pseudo Aceleración (Sa/g)
1	0,00	0,10
2	0,80	0,25
3	3,00	0,25
4	4,00	0,1875
5	5,00	0,150
6	6,00	0,125

Según §9.1.4.2 Aceleraciones Espectrales Máximas de la Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS-2006, el espectro sísmico de diseño debe de tener en cuenta la influencia del Factor de Importancia “FI” y el Factor de Comportamiento “FC”, según la siguiente expresión:


$$A_s = (Sa/g) \cdot (FI/FC) \cdot g$$

Donde:

- A_s : Aceleración espectral máxima, constante para cada modo de vibración
- Sa/g: Pseudo aceleración tomada del espectro de diseño
- FI: Factor de Importancia para Estructuras Grupo C=1,00 según §5.1
- FC: Factor de Comportamiento = 1,00 según §7.1

Puntos	Período (seg)	Pseudo Acel (Sa/g)
1	0,00	0,140
2	0,80	0,35
3	3,00	0,35
4	4,00	0,263
5	5,00	0,225
6	6,00	0,175

Por otro lado, la interpolación entre los puntos dados anteriormente se hace según lo especificado en el §8.1 Obtención de Espectros de Diseño de la Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS-2006, según la cual la pseudo aceleración varía de la siguiente manera:

	<p style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 13 de 29</p>
---	--	---

a) Rango de periodos $T \leq T_1$ (línea ascendente)

$$\frac{Sa}{g} = a_0 + (c - a_0) \cdot \frac{T}{T_1}$$

b) Rango de periodos $T_1 \leq T \leq T_2$ (meseta del espectro)

$$\frac{Sa}{g} = c$$

c) Rango de periodos $T_2 \leq T$ (curva descendente)

$$\frac{Sa}{g} = c \cdot \left(\frac{T_2}{T}\right)^r$$

Donde:

S_a.- Aceleración espectral.

g.- Aceleración de la gravedad.

a₀.- Aceleración básica.

c.- Aceleración máxima.

r.- Exponente que define la curva de disminución de la aceleración en la rama descendente del espectro.

T.- Periodo de vibración de la estructura.

T₁.- Periodo de inicio de la meseta.

T₂.- Periodo de finalización de la meseta.

En el siguiente gráfico se muestra el espectro de diseño final, el cual se empleará para la obtención de la respuesta sísmica de la estructura mediante los espectros de respuesta.

**Espectro de diseño para Estructuras GRUPO C y
factor de comportamiento FC=1,00 según punto
7.1 de NBDS-2006**

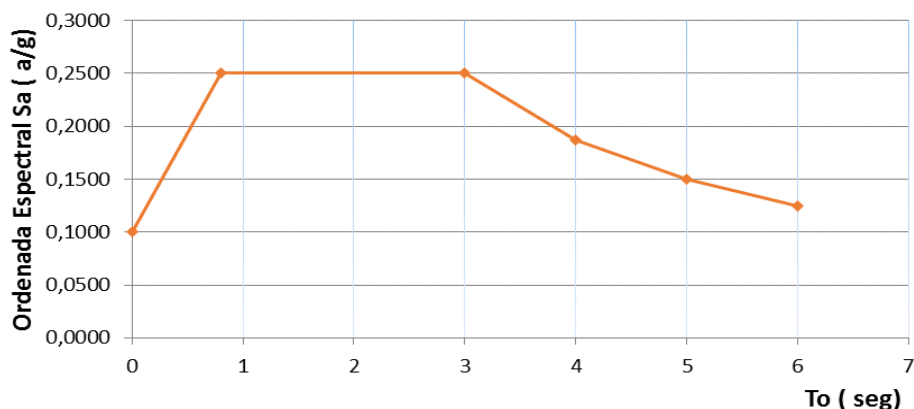



Figura 5.6.1 Espectro de Diseño Sísmico para Estructuras Grupo C y FC=1 Según NBDS-2006, Sección 7.1

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 14 de 29</p>
--	--	---

5.7 Cargas Térmicas

De acuerdo a la normativa internacional, en las estructuras con revestimiento que aseguren una variación de temperatura no superior a $\pm 10^\circ$ puede prescindirse, en general, de considerar las acciones térmicas.

Las características del cerramiento del edificio así lo cumple, por lo que se despreciarán los efectos térmicos.

5.8 Combinaciones de acciones de cálculo

Las combinaciones de las acciones de cálculo serán de acuerdo al Código Boliviano CBH-87 para estructuras de hormigón y se recogen en el Anejo I.

5.9 Flechas Admisibles

La flecha máxima admisible en vigas y forjados que hayan de soportar muros o tabiques contruidos con mortero de yeso es $L/300$, según el Código CBH-87 en su apartado 9.9.10.4.3.

El valor será el mismo para el caso de forjados y vigas que no hayan de soportar tabiques ni muros.

5.10 Desplazamientos Horizontales Admisibles

Los desplazamientos horizontales máximos en el Estado límite de Utilización en pórticos de estructuras no deberá exceder $H/500$ como desplazamiento total y $\Delta H/250$ como máximo desplazamiento entre 2 alturas adyacentes.

Siendo H la altura total de la estructura y ΔH la diferencia de elevación entre 2 plantas.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 15 de 29</p>
--	--	---

6 DATOS DEL TERRENO

Los datos del terreno se han basado en los resultados de los ensayos realizados por la empresa R&A (Rivadineira y Aguilera, Constructora y Consultora) e indicados en su Estudio Geotécnico, en cuyo apartado 5, recomienda, para cimentaciones aisladas, tomar como tensión admisible del terreno 1.88 kg/cm^2 .

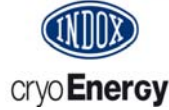
Adicionalmente, las cimentaciones se diseñarán teniendo en cuenta que no podrán asentar más de 1" (2,54 cm).

Ambas limitaciones suponen, de manera conservadora, que el terreno tendrá una tensión admisible de $1,80 \text{ kg/cm}^2$, para el caso de todos los edificios. (No se ha considerado el aumento del 25% de la resistencia en punta del terreno).

Según entonces los 2 párrafos anteriores, la tensión admisible en la punta es igual a la tensión admisible total, lo que en la práctica implica que la tensión admisible considerada es de $1,44 \text{ kg/cm}^2$.

En los sondeos realizados no se evidenció la presencia de nivel freático hasta el final de la exploración, 10.00 m.

En todos los edificios, la cota superior de la cimentación se ha establecido a 1.00m del NSH de la planta baja correspondiente.



Planta de GNL, ESR y Cisternas

AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO
PERMANENTE

Doc. N°: P227538-USICA-
PLA20-CC-0001

Rev.: 0

Fecha: 18/11/2014

Página 16 de 29

7 CONSIDERACIONES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La resistencia al fuego exigida al material es de 90 minutos (R90), cumpliendo con lo indicado en el documento N° P227358-USIME2-GEN00-SP-0001 Especificación de Protección Pasiva.

Ante falta de documentación en la normativa CBH 87 respecto a las exigencias de resistencia al fuego de la estructura, se ha recurrido a la normativa EHE-08.

La EHE-08 limita el espesor del elemento y recubrimiento mínimo de la armadura en función de la resistencia al fuego exigida para dicho elemento.

Para cada elemento estructural se establece unas necesidades mínimas de recubrimiento.

Para el caso de los soportes, la tabla A.6.5.2., mostrada a continuación, indica que para una resistencia R90 la dimensión mínima del pilar debe ser al menos de 250 mm y el recubrimiento mínimo (distancia del paramento al eje de la armadura) de armadura debe ser de 30 mm. En nuestro caso los soportes son de 350 mm y el recubrimiento es de 40mm luego la distancia al eje, en el peor de los casos, es de 48 mm.

TABLA A.6.5.2 Soportes

Resistencia al fuego	Dimensión mínima b_{min} / Distancia mínima equivalente al eje a_{min} (mm) ^(*)
R 30	150 ^(**) /15
R 60	200 ^(**) /20
R 90	250/30
R 120	250/40
R 180	350/45
R 240	400/50

(*) Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

(**) La dimensión mínima cumplirá lo indicado en el Artículo 54°.

Resistencia al fuego-espesor y recubrimiento de soportes

En el caso de las vigas con la tres caras expuestas al fuego, la tabla A.6.5.5.2, mostrada a continuación, indica que para una resistencia R90, la dimensión mínima de la viga debe ser al menos de 250 mm y el recubrimiento mínimo (distancia del paramento al eje de la armadura) de la armadura debe ser de 30 mm en el peor de los casos. En nuestro caso, para las vigas de 250mm, su recubrimiento al eje, en la situación más desfavorable, es de 35 mm.




   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 17 de 29</p>
---	---	---

TABLA A.6.5.2

Resistencia al fuego	Dimensión mínima b_{min} / Distancia mínima equivalente al eje a_{min} (mm) ^(*)				Ancho mínimo del alma $b_{g,min}$ mm ^(**)
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	
R 30	80/20	120/15	200/10	-	80
R 60	100/30	150/25	200/20	-	100
R 90	150/40	200/35	250/30	400/25	100
R 120	200/50	250/45	300/40	500/35	120
R 180	300/75	350/65	400/60	600/50	140
R 240	400/75	500/70	700/60	-	160

Resistencia al fuego-espesor y recubrimiento de vigas con tres caras expuestas

En el caso de los forjados unidireccionales se debe cumplir lo indicado en el apartado 5.8 del Anejo 6.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 18 de 29</p>
--	--	---

8 MODELO DE CÁLCULO

Se ha empleado para el cálculo y diseño de los edificios el software profesional CypeCad versión 2014.

El software permite la introducción y modelización de todos los elementos estructurales, tales como pilares, forjados y cimentaciones, así como, su dimensionamiento, verificación y armado.

El programa discretiza todos los elementos como barras y realiza un cálculo matricial.





Las uniones entre elementos estructurales, forjados, pilares y vigas se han concebido como empotradas.

8.1 Listado de acciones consideradas

Gravitatorias

Cargas gravitatorias genéricas aplicadas en toda la planta que se completan con las indicadas en los apartados siguientes.

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
CUBIERTA	0.6 (nieve)	3.00 (palomeros)
CUBIERTA (zona equipos clima)	5.0 (uso) 0.6 (nieve)	2.0 (formación cubierta)
BAJA	3.0 (uso)	2.5 (Solado)

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 19 de 29</p>
---	---	---

Viento

Terrain category: Category C

Basic wind speed: 31.00 m/s

Category II

Land orography: Flat

Anchos de banda		
Edificio	Ancho de banda Y(m)	Ancho de banda X (m)
PARRILLA	16.00	10.00
DORMITORIOS	11.00	32.50
COMEDOR	22.30	38.30
GIMNASIO	14.00	13.00

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Edificio	Viento ±X (kN)	Viento ±Y (kN)
PARRILLA	±17.527	±10.036
DORMITORIOS	±8.295	±29.467
COMEDOR	±18.193	±34.528
GIMNASIO	±12.983	±11.930


1.3 Sismo

Norma utilizada: NBDS-2006 Norma Boliviana de Diseño Sísmico (2006)

Título A. Análisis y diseño sismo resistente

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NBDS-2006, 9.1)

Caracterización del emplazamiento

	<p style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 20 de 29</p>
---	--	---

Zona sísmica (NBDS-2006, 3.4 y 3.5): Zona 4

Tipo de suelo (NBDS-2006, 4): S3 - Suelo blando

Sistema estructural

QX: Factor de comportamiento sísmico (X) (NBDS-2006, 7.1) QX : 1.00

QY: Factor de comportamiento sísmico (Y) (NBDS-2006, 7.1) QY : 1.00

Importancia de la obra (NBDS-2006, 5): Grupo C

Parámetros de cálculo


Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: s/ norma

Fracción de sobrecarga de uso : 0.50

Fracción de sobrecarga de nieve : 0.50

Factor multiplicador del espectro : 1.00

Se realiza análisis de los efectos de 2° orden
(Valor para multiplicar los desplazamientos 1.00)

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 21 de 29</p>
---	--	---



8.2 Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	Dirección +X y excentricidad + Dirección +X y excentricidad - Dirección -X y excentricidad + Dirección -X y excentricidad - Dirección +Y y excentricidad + Dirección +Y y excentricidad - Dirección -Y y excentricidad + Dirección -Y y excentricidad -	
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	N1	Nieve	Nieve

8.3 Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)


Planta	Hipótesis	Tipo	Valor
Baja	Carga muerta (Solado)	Superficial	2.5
	Sobrecarga uso	Superficial	3
Cubierta	Carga muerta (tabiques palomeros)	Superficial	3
	Carga muerta (formación cubierta zona equipos HVAC)	Superficial	2.0
	Carga muerta (peto limítrofe zona equipos HVAC s/altura en Dormitorios y Comedor)	Lineal	5

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 22 de 29</p>
---	---	---

	Carga muerta (peto limítrofe zona equipos HVAC s/altura en Gimnasio)	Lineal	3.80
	Sobrecarga uso zona equipos HVAC	Superficial	5.0
	Sobrecarga de uso (nieve)	Superficial	0.6

8.4 Listado de combinaciones

Las combinaciones empleadas son las correspondientes a las indicadas por la Norma Boliviana CBH-87 para los distintos estados límite. Se recogen en el Anejo I.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 23 de 29</p>
---	---	---

9 DESCRIPCIÓN DE LOS EDIFICIOS

9.1 EDIFICIO PARRILLA

El edificio Parrilla, diseñado en hormigón armado, tiene 13,60 m de largo y 8,00 m de ancho, distribuidos en una planta baja más cubierta, según muestra la Figura 9.1.1.

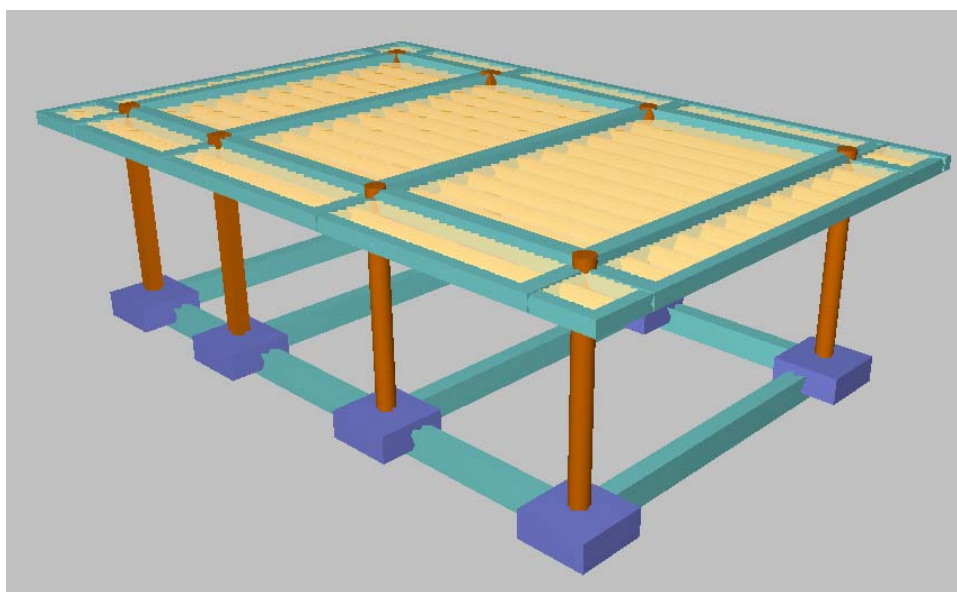


Figura 9.1.1-Modelización del edificio en 3D

La planta baja, de unos 120 m² aproximadamente, será donde se realicen las actividades recreativas.

La planta cubierta, de 180 m², no será accesible, pero dispondrá de un hueco de 600 x 1200 mm para la evacuación de humos.

9.1.1 Elementos estructurales

El edificio se ha diseñado con cimentaciones aisladas superficiales y cuadradas, de canto 600 mm, apoyadas a 1.10m del NSH de la solera de planta baja.

Para coaccionar los desplazamientos debidos a las acciones horizontales de sismo se han atado las cimentaciones, en ambas direcciones, mediante vigas riostra de canto 600mm.

En todos los casos las cimentaciones estarán apoyadas sobre una capa de 50 mm de hormigón de limpieza.

Los pilares que delimitan el perímetro cerrado de la parrilla son cuadrados de 350 mm e irán revestidos. Mientras que los pilares vistos serán circulares de 400 mm de diámetro.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. N°: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 24 de 29</p>
--	---	---

Con la idea de confinar el hormigón por la presencia de fuerzas sísmicas horizontales, se disminuirá la separación de estribos en cabeza y pie de pilar, así como, en los nudos.

Respecto a forjados, la planta baja se ha resuelto con una solera de 150 mm de espesor sobre enchachado de 150 mm también.

Para la planta de cubierta se ha diseñado un forjado unidireccional de 25+5 cm de canto, 72 cm de intereje, constituido por viguetas semirresistentes de hormigón prefabricadas y bovedillas cerámicas. Las vigas serán de canto invertido excepto en el tramo del voladizo que serán planas.

Los esfuerzos que deben soportar las viguetas se indican en Planos.

9.2 EDIFICIO DORMITORIOS

El edificio Dormitorios, diseñado en hormigón armado, tiene 32.75 m de largo y 11,15 m de ancho, distribuidos en una planta baja más cubierta, según muestra la Figura 9.2.1.

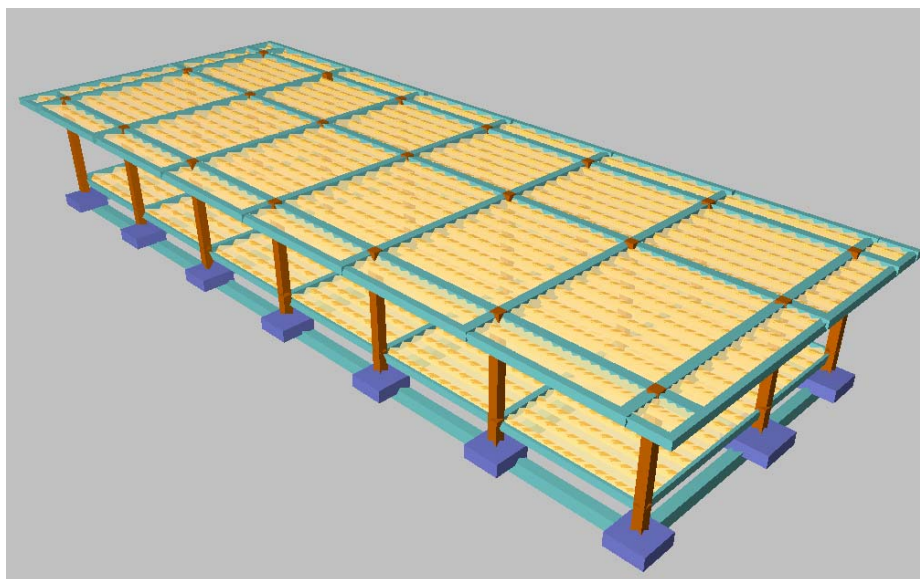


Figura 9.2.1-Modelización del edificio en 3D


La planta baja, de unos 340 m² aproximadamente, albergará los dormitorios y aseos.

La planta cubierta, de 475 m², será accesible para el mantenimiento de los equipos de climatización.

9.2.1 Elementos estructurales

El edificio se ha diseñado con cimentaciones aisladas superficiales y cuadradas, de canto 500 mm, apoyadas a 1.50m del NSH del forjado de planta baja.

Para coaccionar los desplazamientos debidos a las acciones horizontales de sismo se han atado las cimentaciones, en ambas direcciones, mediante vigas riostras de canto 500m y

	<p style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 25 de 29</p>
---	--	---

ancho variable, que adicionalmente, servirán de apoyo a la fábrica de ladrillo del forjado sanitario de planta baja y, perimetralmente, de apoyo al cerramiento.

En todos los casos las cimentaciones estarán apoyadas sobre una capa de 50 mm de hormigón de limpieza.

Todos los pilares son cuadrados de 350 mm. Particularmente, los pilares de borde y esquina verán incrementada su sección desde el arranque hasta el forjado sanitario, para facilitar el apoyo de parte de la fábrica que compone el cerramiento.

Con la idea de confinar el hormigón por la presencia de fuerzas sísmicas horizontales, se disminuirá la separación de estribos en cabeza y pie de pilar, así como, en los nudos.

Respecto a forjados, la planta baja se ha resuelto con un forjado sanitario de 30 cm de espesor constituido por viguetas autoportantes, que apoyará en unos muretes de fábrica de ladrillo de un pie.

Para la planta de cubierta se ha diseñado un forjado unidireccional de 25+5 cm de canto, 72 cm de intereje, constituido por viguetas semirresistentes de hormigón prefabricadas y bovedillas cerámicas. Las vigas serán de cuelgue excepto en el tramo del voladizo que serán planas.

9.3 EDIFICIO GIMNASIO

El edificio Gimnasio, diseñado en hormigón armado, tiene 13.85 m de largo y 13,26 m de ancho, distribuidos en una planta baja más cubierta, según muestra la Figura 9.3.1.

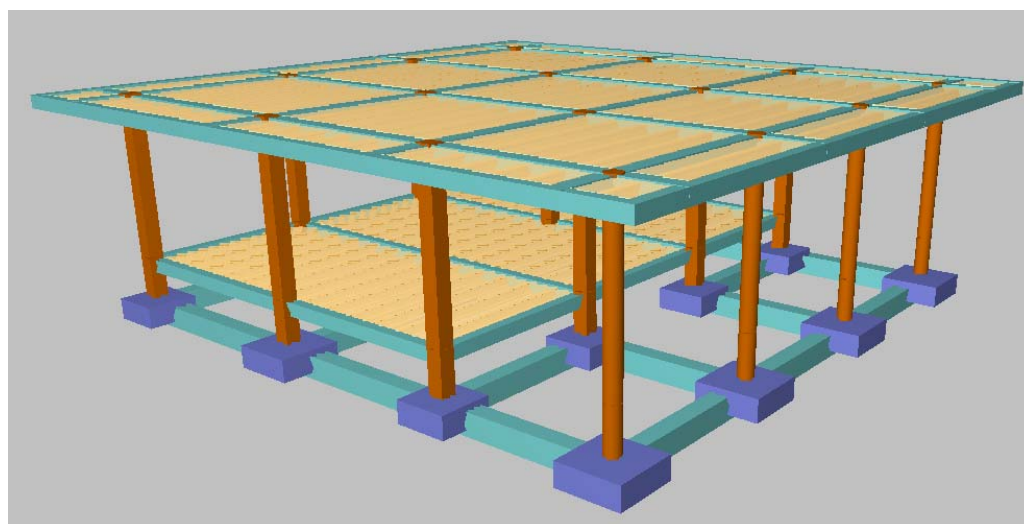


Figura 9.3.1-Modelización del edificio en 3D

La planta baja dispone en la entrada de un porche de 53 m², y de 130 m² para albergar la zona de recreación y gimnasio propiamente dicha.

 <p>YPFB La fuerza que transforma Bolivia</p> <p>SENER</p> <p>INDOX</p> <p>cryoEnergy</p>	<p>Planta de GNL, ESR y Cisternas</p> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 26 de 29</p>
--	--	---

La planta cubierta, de 217 m², será accesible para el mantenimiento de los equipos de climatización.

9.3.1 Elementos estructurales

El edificio se ha diseñado con cimentaciones aisladas superficiales y cuadradas, de canto 500 mm, apoyadas a 1.50m del NSH del forjado de planta baja.

Para coaccionar los desplazamientos debidos a las acciones horizontales de sismo se han atado las cimentaciones, en ambas direcciones, mediante vigas riostras de canto 500m y 400 mm de ancho, que adicionalmente, servirán de apoyo a la fábrica de ladrillo del forjado sanitario de planta baja y, perimetralmente, de apoyo al cerramiento.

En todos los casos las cimentaciones estarán apoyadas sobre una capa de 50 mm de hormigón de limpieza.

Todos los pilares son cuadrados de 350 mm con excepción de los cuatro que delimitan el porche, que serán vistos y circulares de 350 mm de diámetro.

Particularmente, los pilares de borde y esquina verán incrementada su sección desde el arranque hasta el forjado sanitario, para facilitar el apoyo de parte de la fábrica que compone el cerramiento.

Con la idea de confinar el hormigón por la presencia de fuerzas sísmicas horizontales, se disminuirá la separación de estribos en cabeza y pie de pilar, así como, en los nudos.

Respecto a forjados, la zona de recreación y gimnasio de planta baja se ha resuelto con un forjado sanitario de 30 cm de espesor constituido por viguetas autoportantes, que apoyará en unos muretes de fábrica de ladrillo de un pie.

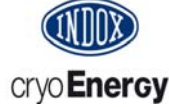
Por otro lado, el porche que hay en la entrada será de suelo no estructural, que formará parte de la acera

Para la planta de cubierta se ha diseñado un forjado unidireccional de 25+5 cm de canto, 72 cm de intereje, constituido por viguetas semirresistentes de hormigón prefabricadas y bovedillas cerámicas. Las vigas serán de cuelgue excepto en los voladizos que serán planas.

En los paños de cubierta donde vayan a ir apoyados los equipos de climatización, las viguetas deberán soportar unos esfuerzos mayores, tal y como se indica en Planos.

9.4 EDIFICIO COMEDOR

El edificio Comedor, diseñado en hormigón armado, tiene forma de L, con 38,30 m de largo y 22,10-13,60 m de ancho, distribuidos en una planta baja más cubierta, según muestra la Figura 9.4.1.



Planta de GNL, ESR y Cisternas

AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA
EDIFICIOS CAMPAMENTO
PERMANENTE

Doc. Nº: P227538-USICA-
PLA20-CC-0001

Rev.: 0

Fecha: 18/11/2014

Página 27 de 29

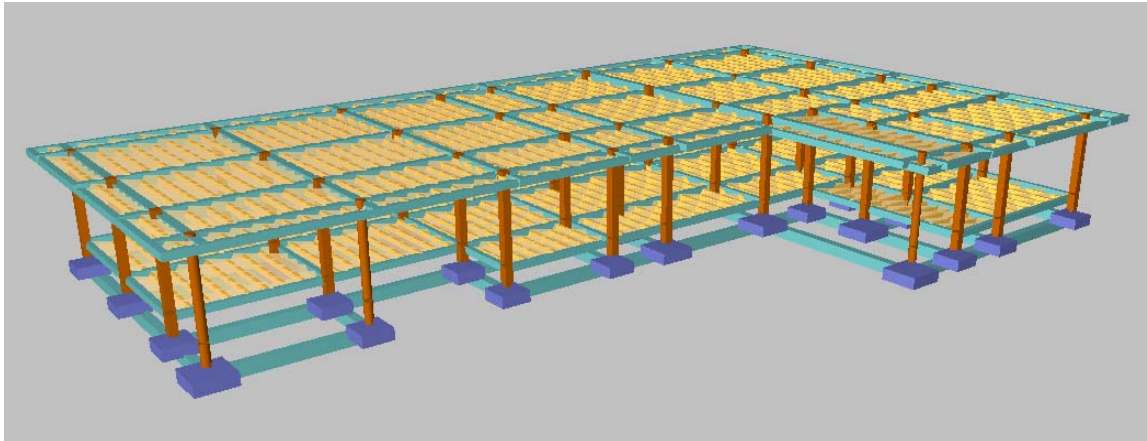


Figura 9.4.1-Modelización del edificio en 3D

La planta baja dispone de dos porches de 42 y 35 m², y de 594 m² para albergar las instalaciones de comedor propiamente dicho.

La planta cubierta, de 670 m², será accesible para el mantenimiento de los equipos de climatización.

9.4.1 Elementos estructurales

El edificio se ha diseñado con cimentaciones aisladas superficiales y cuadradas, de canto 500 mm, apoyadas a 1.50m del NSH del forjado de planta baja.

Para coaccionar los desplazamientos debidos a las acciones horizontales de sismo se han atado las cimentaciones, en ambas direcciones, mediante vigas riostras de canto 500mm y ancho variable, que adicionalmente, servirán de apoyo a la fábrica de ladrillo del forjado sanitario de planta baja y, perimetralmente, de apoyo al cerramiento.

En todos los casos las cimentaciones estarán apoyadas sobre una capa de 50 mm de hormigón de limpieza.





Todos los pilares son cuadrados de 350 mm con excepción de los que delimitan el porche, que serán vistos y circulares de 350 mm de diámetro.

Particularmente, los pilares de borde y esquina verán incrementada su sección desde el arranque hasta el forjado sanitario, para facilitar el apoyo de parte de la fábrica que compone el cerramiento.





Con la idea de confinar el hormigón por la presencia de fuerzas sísmicas horizontales, se disminuirá la separación de estribos en cabeza y pie de pilar, así como, en los nudos.

Respecto a forjados, la planta baja se ha resuelto con un forjado sanitario de 30 cm de espesor constituido por viguetas autoportantes, que apoyará en unos muretes de fábrica de ladrillo de un pie.

Por otro lado, los porche que hay en los accesos serán de suelo no estructural, y formarán parte de la acera

   	<h2 style="text-align: center;">Planta de GNL, ESR y Cisternas</h2> <p style="text-align: center;">AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 28 de 29</p>
--	---	---

Para la planta de cubierta se ha diseñado un forjado unidireccional de 25+5 cm de canto, 72 cm de intereje, constituido por viguetas semirresistentes de hormigón prefabricadas y bovedillas cerámicas. Las vigas serán de cuelgue excepto en los voladizos que serán planas.

   	<h1>Planta de GNL, ESR y Cisternas</h1> <p>AREA 20: MEMORIA DE CÁLCULO CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA EDIFICIOS CAMPAMENTO PERMANENTE</p>	<p>Doc. Nº: P227538-USICA- PLA20-CC-0001</p> <p>Rev.: 0</p> <p>Fecha: 18/11/2014</p> <p>Página 29 de 29</p>
--	---	---

10 ANEXO I LISTADOS DE RESULTADOS

x