

READAPTACION ESTRUCTURAL DE SILOS DE HORMIGON A EDIFICIO MULTIFAMILIAR

GAUNA, CARLOS GUSTAVO
Ingeniero en Construcciones (UTN-FRBA)
Especialista en ingeniería estructural
UTN-FRBA
inggauna@gmail.com

RESUMEN

En la Ciudad de Marcos Juárez ,Provincia de Córdoba , un complejo industrial compuesto por silos de hormigón y edificios de molienda con celdas de silos , se readaptaron para generar un complejos de viviendas compuestas por 3 torres de edificios y un edificio de cocheras subterráneas. El edificio de estudio es la readaptación de 10 silos de almacenamiento de granos de 6.50 de diámetro de 24 m de altura que se ha convertido en un edificio que ahora alcanza los 30 m de altura con 32 unidades de vivienda de 2 niveles y locales en planta baja con generación de subsuelos en 2 de los silos donde se encuentran las nuevas circulaciones verticales ; utilizando la estructura original con refuerzos de las losas intermedias formando los nuevos niveles y circulaciones verticales .

ABSTRACT.

In the City of Marcos Juarez, Cordoba Province, an industrial complex consisting of concrete silos and buildings grinding cells in Concrete Storage Bin, they readapted to generate a housing complex consisting of 3 towers of buildings and building underground garages. The studio building is 10 Concrete Storage Bin rehabilitation of 6.50 diameter 24 m in height has become a building that now reaches 30 m in height with 32 housing units on 2 levels and ground floor local generation subsoils in 2 of the silos where the new vertical circulation; the structure itself using protectors intermediate slabs forming the new levels and vertical circulation.

1. INTRODUCCION

En la Ciudad de Marcos Juárez a 446 km de buenos aires al sudeste de la provincia de Córdoba – complejo industrial de silos y edificios para molindas a reciclar para viviendas multifamiliares :

- Comitente : desarrolladores inmobiliarios s.a
- Proyecto y dirección VGM THINK BRICKS ARQUITECTOS ASOCIADOS srl
- Jefe de obra y colaborador : ARQ WENCESLAO RE unc
- Asesor estructural y director estructural: ING GAUNA GUSTAVO utn-frba



Figura 1. Implantacion del complejo industrial dentro de la ciudad



Figura 2. Silos y Estacion Elevadora

2. PROYECTO GENERAL

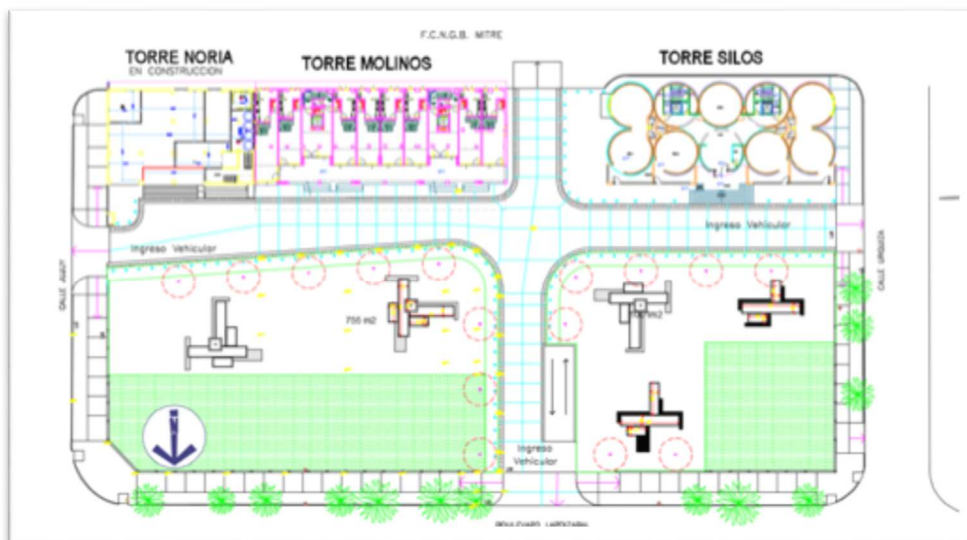


Figura 3. Proyecto General del complejo .

- El complejo abarca una superficie total cubierta de 14.820 m²
 - El sector **TORRES SILOS** compuesto por 10 silos de 6,80 m de diámetro será reciclado y readaptado para dar forma a 32 unidades de vivienda y 4 locales en planta baja con acceso por túnel a las cocheras subterráneas (superficie generada 3600 m²) ya finalizado
 - Los sectores **TORRE MOLINO** Y **TORRE NORIA** se realizaran en 2 etapas sobre el edificio de molinera y almacenaje existente:
 - **La Torre Molino** se compone de 36 unidades y 8 locales con dependencias tomando una superficie incluyendo la reciclada y nueva de 4520 m² . Ya finalizada y habitadas desde 2012
 - **La Torre Noria** se halla sobre el sector izquierdo del edificio existente y estará formado por 2 locales en planta abaja y 58 unidades de vivienda abarcando una superficie de 3450 m² . Finalizado en Diciembre de 2015
 - **COCHERAS SUBTERRANEAS:**
 - Sector nuevo bajo nivel delante de los edificios con capacidad para 136 autos con conexión a todas las Torres

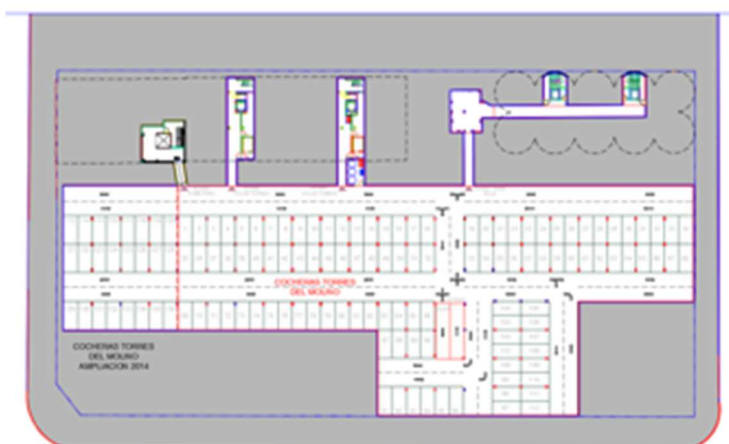


Figura 4. Cocheras subterráneas

TORRES DEL MOLINO		
TORRE MOLINO RECICLADO	4.520	M2
TORRE SILOS RECICLADO	3.600	M2
COCHERA 1 NUEVA	2.730	M2
COCHERA 2 NUEVA	520	M2
TORRE NORIA RECICLADO	3.450	M2
TOTAL	14.820	M2

Tabla 1.superficie de edificios

3. EDIFICIO TORRE SILOS

- Descripción general
 - a. El proyecto del sector de los silos se basa en la ejecución de 32 unidades de vivienda tipo dúplex, que cada unidad tiene 2 niveles para cada unidad, tomando los 10 silos los silos de 6,80 de diámetro, hay una planta tipo en 8 silos tomando también los entre silos y 2 de ellos componen las circulaciones verticales.

- b. En los entresijos que forman el 2º nivel de las unidades , se encuentran los dormitorios (1 dormitorio por depto. Y sus dependencias sanitarias.

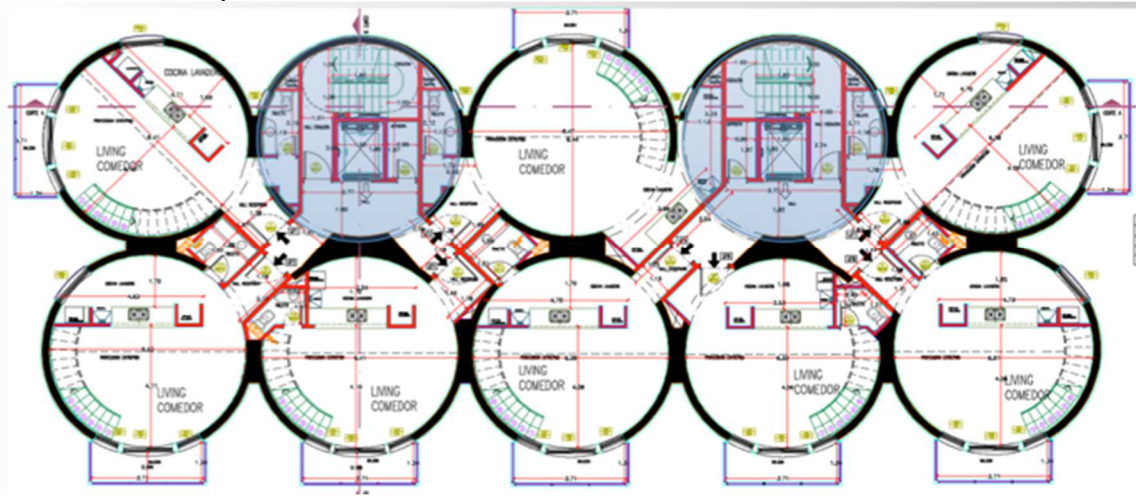


Figura 5.Planta Tipo de 1º-2º-3º-4º piso



Figura 6.Planta Entresijos de 1º -2º- 3º-4º piso

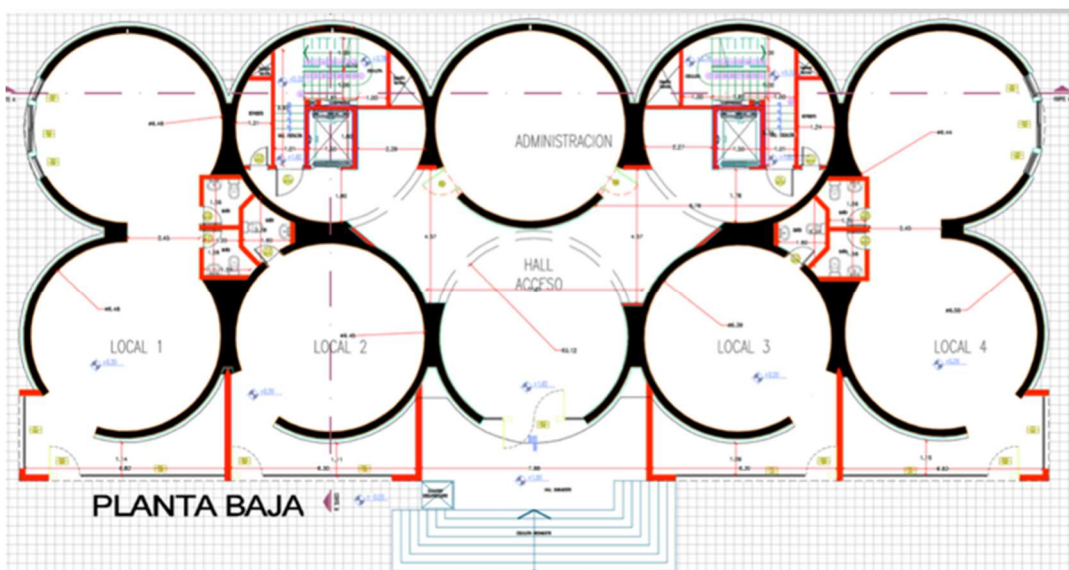


Figura 7. Planta Baja nivel +1,60

El subsuelo -01 se encuentra a un nivel de -1,63 m donde se alojan los medidores de gas de la Torre A y Torre B y el subsuelo -02 a un nivel de -4,65 que se conecta con el túnel existente, que se utilizo como acceso a las cocheras

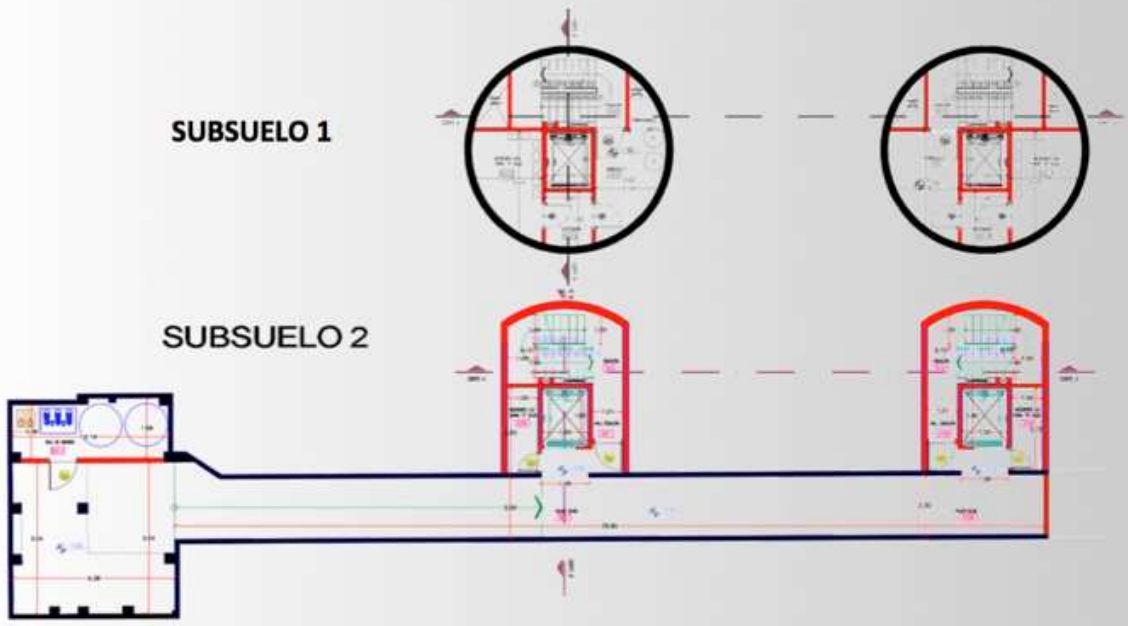


Figura 8.Subsuelos en silos centrales

Nivel Terraza

El nivel de esparcimiento a nivel +28,30 se ubican el quincho y 2 solares con 2 jacuzzis

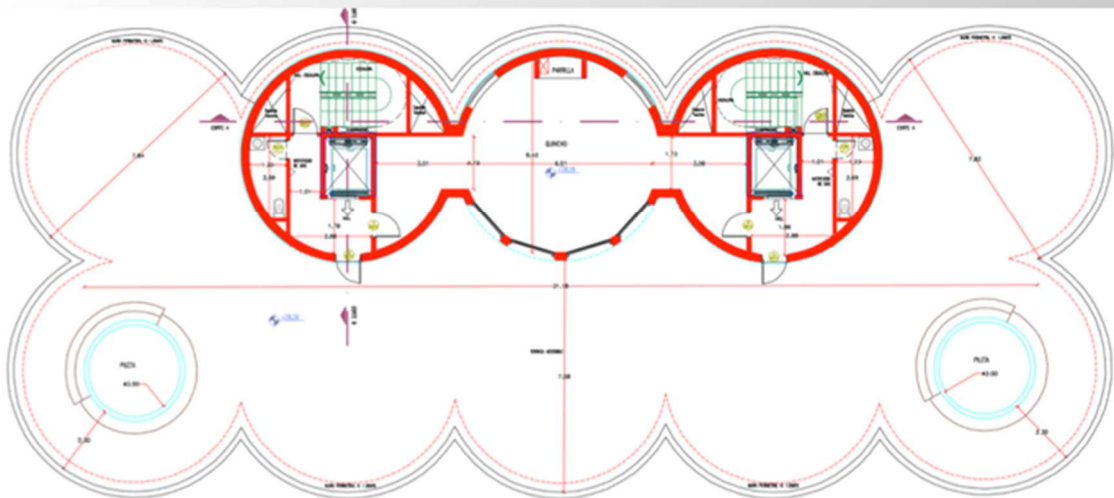


Figura 9.Nivel Terrazas

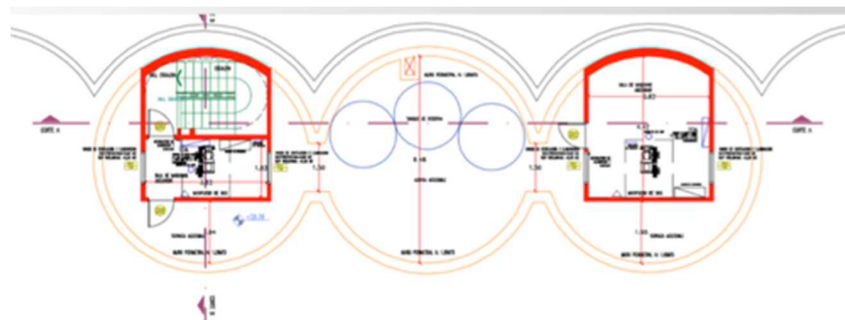


Figura 10.Nivel Salas de maquinas a +31,20



Figura 11. Fachada actual



Figura 12. Fachada Interna

4. ANALISIS ESTRUCTURAL

4.1 Antecedentes y Reseña Histórica

El edificio del silos data de muchos años , según de alguna referencias cuentan que los silos datan de principios de siglo (aprox 1920)

No se conto con documentación de origen de los silos , quienes fueron los profesionales que diseñaron y calcularon los mismos

El 5 de octubre de 1984 se produjo una explosión en uno de los silos y salieron de servicio ya que el silo 7-8-9-10 cerca de la calle Urquiza fueron destruidos en la parte superior.

4.2 Análisis y Evaluaciones

- Los edificios existentes no contaban con documentación estructural para analizar , solo se conto con planos municipales
- Por el incidente del incendio del año 1984 se pudo saber que los silos fueron reconstituidos reforzando su interior con un encamisado de hormigón , pero no se sabia
- Se tenían estudios realizados por el IMAE (instituto de Mecánica aplicada y Estructura de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la universidad de Rosario) en diciembre del 2007 .
- Se realizaron análisis esclerométricos en distintos sectores de los silos para evaluar el estado del Hormigón.
- Informes de Estudios de Suelos del Juan Carlos Rosado & asoc (agosto de 2005)
- Se mantuvieron Reuniones con la empresa FUNCOR SA con el geólogo SHERMA GUILLERMO donde se recabo información ya que esta empresa había participado en tareas de fundaciones en otros sectores de la planta en el año 1991 y 1992

4.3 Presion de los silos en las bases

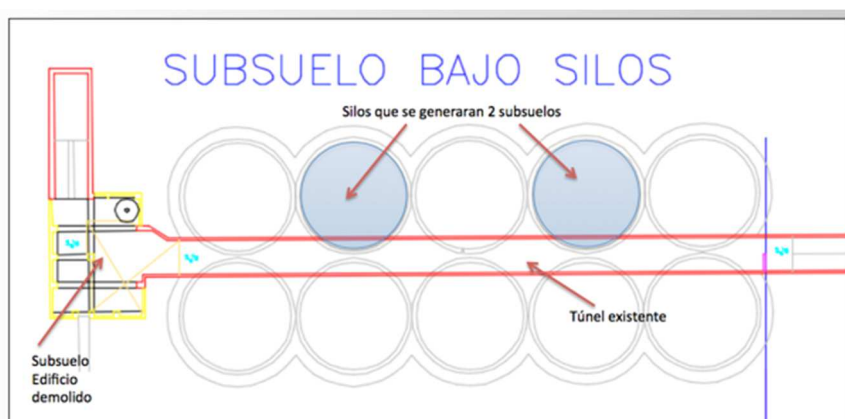


Figura 13. Analisis de subsuelos y Tuneles

El túnel y el subsuelo existente serán utilizados para conectar los silos con las cocheras subterráneas , los silos sombreados serán prolongados con 2 subsuelos para conectar con este túnel y generar su conexión

4.3.1 Estimaciones de estados de cargas anteriores y comparaciones con las cargas originadas por el nuevo destino para la verificación de bases

EL PROYECTO EXISTENTE, SEGÚN DESTINO SE ENCUENTRA EMPLAZADO DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES

- **BASES Y CIMIENTOS:** los cimientos y bases actuales son los mismos que han sido realizados en su proyecto original y por lo tanto cualquier alteración a través de los años de la superestructura no se vería afectado por lo tanto se pudo estimar bajo que cargas estaban preparados estos cimientos y comparar con que carga funcionaran en la actualidad.
 - **La sobrecarga por peso propio** es fácil de estimar ya que se puedo mensurar.
 - **La sobrecarga de uso:** Evaluaremos como dato solamente el peso de material de almacenaje para el cual fue calculado , sin tener en cuenta los cálculos dinámicos ya que han tomados en cuenta por el problema de presiones horizontales y verticales producidas durante el periodo de carga y descarga del grano , solamente tomaremos la carga estática que transmite el peso
 - Estimación de cargas existentes para lo que estuvo preparado el silo:
 - Evaluaremos solamente un análisis de cargas comparativas los silos a través de los años han soportados todas las combinaciones de carga a carga completa , vacíos , situaciones intermedias si evaluamos a estado vacío con viento en el nuevo estado estaría en una situación intermedia , si tomamos el silo totalmente cargado y lo comparamos con las nuevas situaciones de carga estas relaciones no podrán dar si es factible la nueva situación solamente evaluando relaciones.

SILO EXISTENTE CARGADO (SITUACION 1)			
Tomaremos los valores correspondiente a uno de los silos (no es calculo de base es calculo gravitatorio de influencia)			
unidades del silo			
	DIAMETRO DEL SILO	6,70	m
	ALTURA DEL SILO	25,00	m
	ESPEJOR SILO	0,23	m
	vuelo corona ext	0,55	m
	sup del silo interno	35,26	m2
	sup corona	53,59	m2
	perimetro	21,05	m
	volumen del silo	881,42	m3
carga de silo	PESO PROPIO DEL TRIGO	8,00	KN/m3
	altura de carga	25,00	m
	PESO TOTAL DE CARGA DE TRIGO	7.051,32	KN
Hormigón	peso propio Hormigón	24,00	KN/m3
	peso pared de silo	2.904,72	KN
presiones en base	peso Total silo + carga	9.956,04	KN
	presion base de silo	185,80	KN/m2
		0,186	Mpa

Tabla 2.Estado Silo lleno(silo + granos)

SILO EXISTENTE VACIO (SITUACION 2)			
Tomaremos los valores correspondiente a uno de los silos (no es calculo de base es calculo gravitatorio de influencia)			
unidades del silo			
	DIAMETRO DEL SILO	6,70	m
	ALTURA DEL SILO	25,00	m
	ESPEJOR SILO	0,23	m
	vuelo corona ext	0,55	m
	sup del silo interno	35,26	m2
	sup corona	53,59	m2
	perimetro	21,05	m
	volumen del silo	881,42	m3
carga de silo	PESO PROPIO DEL TRIGO	-	KN/m3
	altura de carga	25,00	m
	PESO TOTAL DE CARGA DE TRIGO	-	KN
Hormigón	peso propio Hormigón	24,00	KN/m3
	peso pared de silo	2.904,72	KN
presiones en base	peso Total silo + carga	2.904,72	KN
	presion base de silo	54,21	KN/m2
		0,054	Mpa

Tabla 3.Estado Silo vacio (solo peso propio)

SILO RECICLADO POR VIVIENDA SOBRECARGA TOTAL			
(SITUACION 3)			
Tomaremos los valores correspondiente a uno de los silos (no es calculo de base es calculo gravitatorio de influencia)			
unidades del silo			
	DIAMETRO DEL SILO	6,70	m
	ALTURA DEL SILO	27,00	m
	ESPESOR SILO	0,23	m
	vuelo corona ext	0,55	m
	sup del silo interno	35,26	m2
	sup corona	53,59	m2
	perimetro	21,05	m
	volumen del silo	951,93	m3
CARGA VIVIENDA	LOSA (ESP 12 CM + CONTRAPISO+DIVISIONES)	4,50	KN/m2
	SOBRECARGA	2,50	KN/m2
	SUPERFICIE AGREGADA POR LOS PISOS	300,00	m2
	PESO TOTAL DE CARGA LOSAS +SOBRECARGA VIVIENDA+DIVISIONES	2.100,00	KN
Hormigón	peso propio Hormigón	24,00	KN/m3
	peso pared de silo (70 % POR DEMOLICIONES)	2.890,05	KN
presiones en base	peso Total silo + carga	4.990,05	KN
	presion base de silo	93,12	KN/m2
		0,093	Mpa

Tabla 5.Silo reciclado con nueva sobrecarga-losas y sobrecarga de uso

SILO RECICLADO POR VIVIENDA SIN SOBRECARGA			
(SITUACION 4)			
Tomaremos los valores correspondiente a uno de los silos (no es calculo de base es calculo gravitatorio de influencia)			
unidades del silo			
	DIAMETRO DEL SILO	6,70	m
	ALTURA DEL SILO	27,00	m
	ESPESOR SILO	0,23	m
	vuelo corona ext	0,55	m
	sup del silo interno	35,26	m2
	sup corona	53,59	m2
	perimetro	21,05	m
	volumen del silo	951,93	m3
CARGA VIVIENDA	LOSA (ESP 12 CM + CONTRAPISO+DIVISIONES)	4,50	KN/m2
	SOBRECARGA	-	KN/m2
	SUPERFICIE AGREGADA POR LOS PISOS	300,00	m2
	PESO TOTAL DE CARGA LOSAS +SOBRECARGA VIVIENDA+DIVISIONES	1.350,00	KN
Hormigón	peso propio Hormigón	24,00	KN/m3
	peso pared de silo (70 % POR DEMOLICIONES)	2.890,05	KN
presiones en base	peso Total silo + carga	4.240,05	KN
	presion base de silo	79,13	KN/m2
		0,079	Mpa

Tabla 6.Silo reciclado sin sobrecarga

SITUACION DE ANALISIS		presion base silo	relacion
SITUACION 1	SILO EXISTENTE CARGADO	185,80 KN/m2	100%
SITUACION 3	SILO RECICLADO CON SOBRECARGA TOTAL	93,12 KN/m2	50%
SITUACION 4	SILO RECICLADO SIN SOBRECARGA	79,13 KN/m2	43%
SITUACION 2	SILO EXISTENTE VACIO	54,21 KN/m2	29%

Tabla 7.Cuadro comparativo

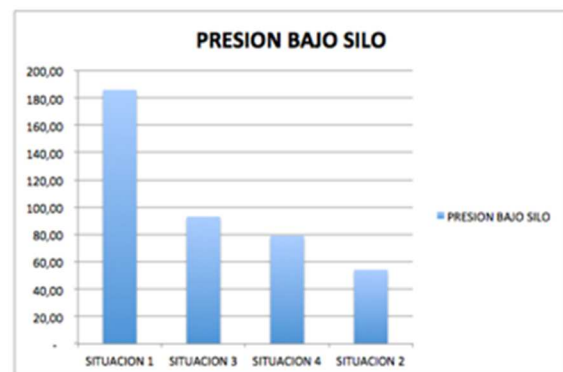


Grafico 1 presion de silo en Ton en su base (sin viento)

4.3.2 Conclusión de este análisis

De acuerdo a esto se verifico que con el nuevo destino se estaba cerca del 50 % para lo que fue creado el silo inicialmente.

Al colocar las losas , cambia el estilo de transmitir la carga pero la presion maxima para su nuevo destino no alcanza los valores maximos a lo que fue solicitado inicialmente

No se consideraron las cargas dinámicas que se toman en el calculo de silo aplicando la teoría de Jansen o presiones de Kovtum y Platonovo o el mismo ACI

Se aclara que esto es un análisis comparativo por eso no se tomo el viento como variable, se comparo que las presiones bajo la base del silo en la nueva situación se encuentra entre dos situaciones extremas del silo , situación atravesada a lo largo de la vida de estos silos . el viento fue incorporado en el modelo de verificacion para el nuevo destino

4.4 MODELIZACIÓN ESTRUCTURAL

Verificación y comprobación de la estructura actual con sus modificaciones y comprobación de la misma para su nuevo destino.

Se ha elegido un modelo que pueda representar el nuevo estado y verifique las deformaciones que serán debidas al nuevo destino.

Parámetros elegidos:

- Se tomo solamente los muros que tienen una continuidad vertical ,por el espesor del tabique (26 cm , se ha tomado solo 23 cm). De los cateos y mediciones se han tomado las medidas de calculo, durante las mediciones sectores de mayor espesor todavía inclusive duplicadas)
- Se ha tomado como resistencia del tabique un hormigón de características de resistencia H13 para poner en evidencia cualquier debilidad del mismo.
- Se han elegido la ejecución de 4 columnas que nacerán desde planta baja en el espacio entre los silos y que junto con la caja de tabiques que formaran los huecos del ascensor formaran un nuevo elemento resistente, sobre todo para las cargas horizontales producidas por el viento.
- Todos los pisos serán ejecutados por losas de hormigón que darán la rigidez y la continuidad al nuevo sistema, además esta losa se hará de tal forma de unir silos e intersilos de manera tal de general un plano por cada nivel .
- Para el modelado se utilizo la ayuda de software para poder evaluar los esfuerzos resultantes y las deformaciones de todo el sistema.
- Se verifico que los esfuerzos en las columnas y muros y en especial sus desplazamientos horizontales sean aceptables.
- La evaluación de esto será tomar a la estructura como **autoportante** que realmente sea la estructura , aunque los tabiques hubieran sido generados para otra tipología de trabajo pero que los nuevos arriostramientos generados por las losas convirtieron al nuevo sistema es una estructura apta para soportar el nuevo destino .
- Esta evaluación a lo largo del tiempo fue cumplida ya que la obra esta funciones y la estructura compuesta por los tabiques de los ascensores formaron con los silos de la circulaciones un sector muy rigido .

4.4-1-MODELO ADOPTADO

Los tabiques de otro color serian los considerados como nuevos , aunque para la modelización fue conservadora y se tomo una resistencia igual a H13 para todos los materiales

El sector de tabiques de ascensores que estaran dentro de los silos les dara mucha inercia , e inclusive anclaje a los silos ya que serán mas profundos que los existentes

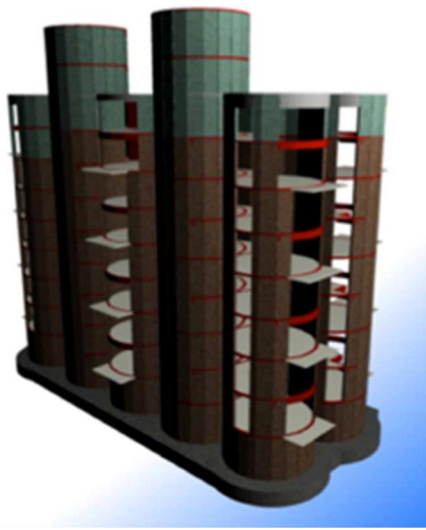


Figura 14. Modelo 3d adoptado

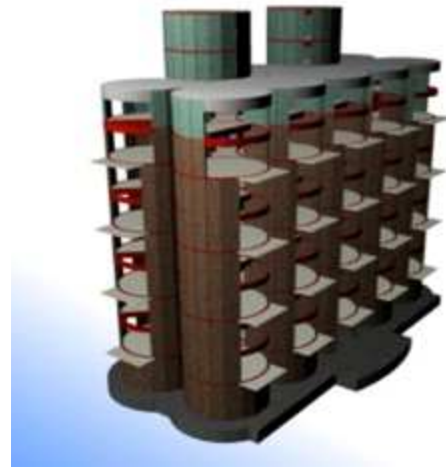


Figura 15. Modelo 3d vista interna

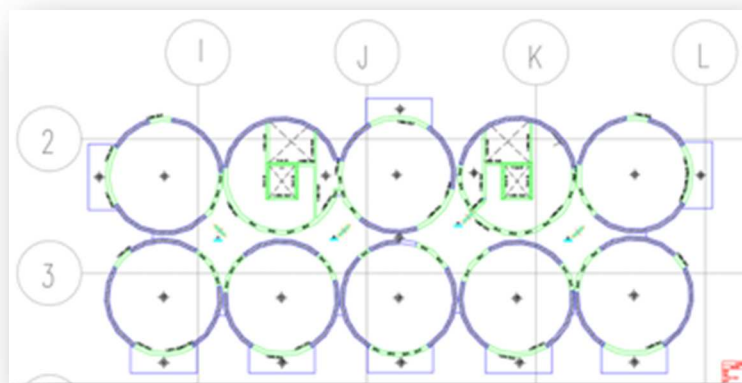


Figura 16. Las losas tendran continuidad en los entresilos para rigidizar todos los entresilos

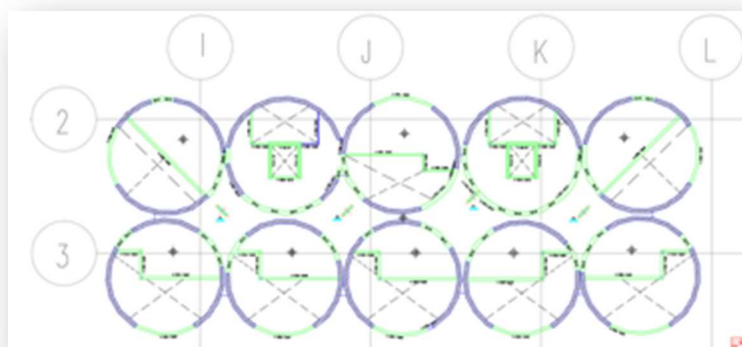


Figura 17. los medioniveles tambien tienen losas de entresilos conectadas

4.4.2 DISTORSION DE LAS COLUMNAS

La distorsión generada y los esfuerzos que pasan en las columnas centrales es prácticamente nula por lo tanto se adopto de eliminarlas del sistema , se corrió un nuevo modelo y se comprobó que verificaba de igual manera .

El desplazamiento máximo sería de 7,4 mm y medido en relación a su distorsión a h/3575

Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	SALA MAQ ASCENS	28.07	2.90	0.0001	----	GV	0.0007	h / 4150	GV
	Total		26.45	0.0008	----	GV	0.0074	h / 3575	GV
C2	SALA MAQ ASCENS	28.07	2.90	0.0001	----	GV	0.0007	h / 4150	GV
	Total		26.45	0.0008	----	GV	0.0073	h / 3624	GV
C3	SALA MAQ ASCENS	28.07	2.90	0.0001	----	GV	0.0007	h / 4150	GV
	Total		26.45	0.0008	----	GV	0.0073	h / 3624	GV
C4	SALA MAQ ASCENS	27.82	2.83	0.0001	----	GV	0.0007	h / 4043	GV

Tabla 8. Distorsion maxima de columnas sector entresilos

4.4.3 RESULTADOS DEL MODELO DE CALCULO

Del resultado del modelo adoptado se comprobó que las deformaciones que arrojaban los puntos mas altos la deformación

La deformación máxima fue de 8,34 mm como resultante máxima en una de las combinaciones de cargas

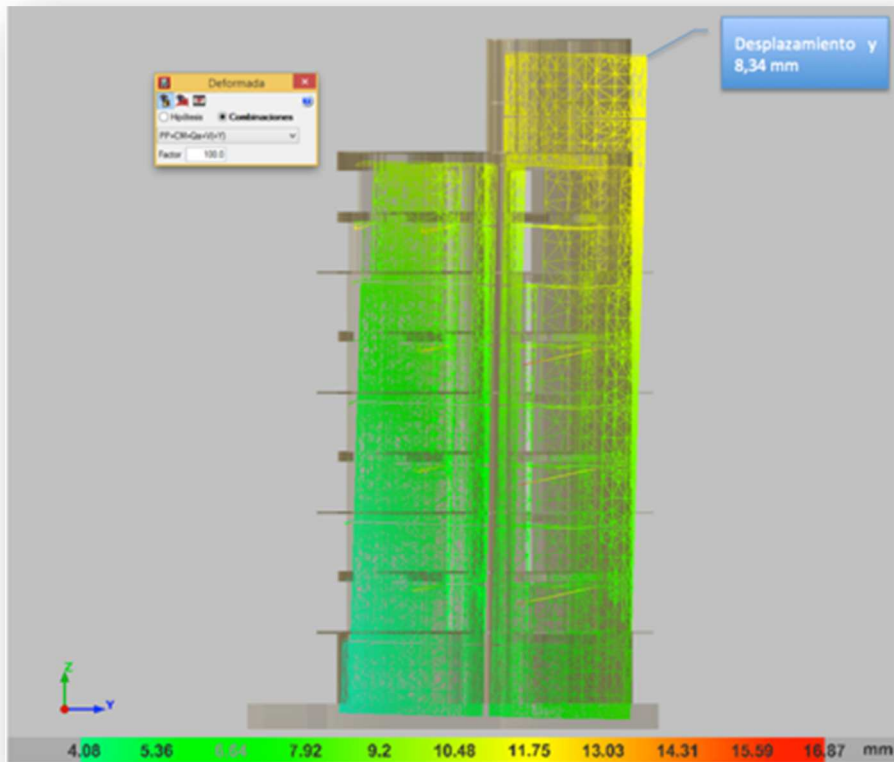


Figura 18 . distorsion general del modelo

4.5 CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DE DEMOLICIÓN

En primer termino se analizo la cantidad de superficie a demoler para saber la importancia de la demolición de los silos ,para poder visualizar los pasos a seguir en la demolición y el tipo de proceso a utilizar.

		SILO 1				SILO 2				SILO 3				SILO 4				SILO 5					
		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER			
PLANTA BAJA		72 m ²	100%			72 m ²	100%			58 m ²	100%	14 m ²	19%			72 m ²	100%			72 m ²	100%		
1º NIVEL	NIVEL BAJO	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	37 m ²	61%	24 m ²	39%	36 m ²	59%	25 m ²	41%	39 m ²	64%	22 m ²	36%		
	NIVEL ENTREPISO	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	42 m ²	75%	14 m ²	25%		
2º NIVEL	NIVEL BAJO	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	37 m ²	61%	24 m ²	39%	36 m ²	59%	25 m ²	41%	39 m ²	64%	22 m ²	36%		
	NIVEL ENTREPISO	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	42 m ²	75%	14 m ²	25%		
3º NIVEL	NIVEL BAJO	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	37 m ²	61%	24 m ²	39%	36 m ²	59%	25 m ²	41%	39 m ²	64%	22 m ²	36%		
	NIVEL ENTREPISO	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	42 m ²	75%	14 m ²	25%		
4º NIVEL	NIVEL BAJO	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	37 m ²	61%	24 m ²	39%	36 m ²	59%	25 m ²	41%	39 m ²	64%	22 m ²	36%		
	NIVEL ENTREPISO	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	42 m ²	75%	14 m ²	25%		
TOTAL		365 m ²	75%	119 m ²	25%	345 m ²	71%	139 m ²	29%	308 m ²	64%	162 m ²	33%	345 m ²	71%	139 m ²	29%	354 m ²	73%	130 m ²	27%		

Tabla 9. Superficie a demoler en silo 1 a silo 5

		SILO 6		SILO 7				SILO 8				SILO 9				SILO 10					
		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER		SUP A UTILIZAR		SUP A DEMOLER	
PLANTA BAJA		45 m ²	100%	27 m ²	38%	72 m ²	100%			72 m ²	100%			72 m ²	100%			72 m ²	100%		
1º NIVEL	NIVEL BAJO	42 m ²	69%	19 m ²	31%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	40 m ²	66%	21 m ²	34%	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%
	NIVEL ENTREPISO	44 m ²	79%	12 m ²	21%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%
2º NIVEL	NIVEL BAJO	42 m ²	69%	19 m ²	31%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	40 m ²	66%	21 m ²	34%	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%
	NIVEL ENTREPISO	44 m ²	79%	12 m ²	21%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%
3º NIVEL	NIVEL BAJO	42 m ²	69%	19 m ²	31%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	40 m ²	66%	21 m ²	34%	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%
	NIVEL ENTREPISO	44 m ²	79%	12 m ²	21%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%
4º NIVEL	NIVEL BAJO	42 m ²	69%	19 m ²	31%	39 m ²	64%	22 m ²	36%	40 m ²	66%	21 m ²	34%	44 m ²	72%	17 m ²	28%	39 m ²	64%	22 m ²	36%
	NIVEL ENTREPISO	44 m ²	79%	12 m ²	21%	34 m ²	61%	22 m ²	39%	43 m ²	77%	13 m ²	23%	39 m ²	70%	17 m ²	30%	39 m ²	70%	17 m ²	30%
TOTAL		345 m ²	71%	112 m ²	23%	330 m ²	68%	154 m ²	32%	361 m ²	75%	123 m ²	25%	365 m ²	75%	119 m ²	25%	345 m ²	71%	139 m ²	29%

Tabla 10. Superficie a demoler en silo 6 a silo 10

SUPERFICIE TOTAL UTILIZADO				3,064	m ²	70%
SUPERFICIE TOTAL A DEMOLER				1,283	m ²	30%
SUPERFICIE TOTAL				4,347	m ²	

Tabla 11. Resumen de Superficies de Tabiques a Demoler

4.5.1 PLANTEO DE LA DEMOLICION Y EJECUCION DE REFUERZOS

En base a esta evaluación , se postulo que las demoliciones y estructuras a realizarse no se podrían ejecutar como ítems separados . La ejecución de losas o entrepisos se realizo en forma simultanea y progresiva junto a la demolición ya que al ser un porcentaje tan importante de demolición y siendo la armadura horizontal la principal la que se vería afectada , hasta tanto no se consiga la regidizacion de la estructura.

Por lo tanto estas tareas demolición y ejecución de estructuras se ejecutaron como ítems en conjunto nunca separados , ya que esto de no ejecutarlo así , imposibilitaría que la estructura se mantenga en pie.

4.5.2 METODOLOGIA y SECUENCIA PARA DEMOLER Y EJECUTAR HORMIGON PROPUESTA

1-A Ejecución de entrepisos sobre planta baja y 1º piso con escaleras y hueco de ascensor se ejecutaron los huecos necesarios para que en los entrepisos se puedan generar los voladizos en forma continua , no se efectuaron aberturas de vanos

1-B Ejecución de entrepisos del 2º piso con escaleras y hueco de ascensor , se abrieron los huecos necesarios para que los entrepisos puedan generar con los voladizos en forma continua , no se efectuaron aberturas de vanos

1-C Ejecución de entrepisos del 3º piso con escaleras y hueco de ascensor , se abrieron los huecos necesarios para que en los entrepisos los voladizos se generaron en forma continua

2-A Se realizaron las tareas de aberturas de vanos del 1º piso

1-D Ejecución de entrepisos del 4º piso con escaleras y hueco de ascensor , se abrieron los huecos necesarios para que los entrepisos puedan generar con los voladizos en forma continua

2-B Se realizaron las tareas de aberturas de vanos del 2º piso

1-E Ejecución de entrepisos del 1º subsuelo , escaleras y hueco de ascensor , se realizaron antes de comenzar a construir las azoteas sobre los silos de circulaciones verticales para rigidizar el conjunto.

2-C Se comenzaron las tareas de aberturas de vanos del 3º piso

1-F Ejecución de entrepisos del 2º subsuelo , escaleras y hueco de ascensor

2-D Se comenzaron las tareas de aberturas de vanos del 4º piso

1-G como ultimo paso se ejecutaron azoteas , salas de maquinas y sector de tanques.

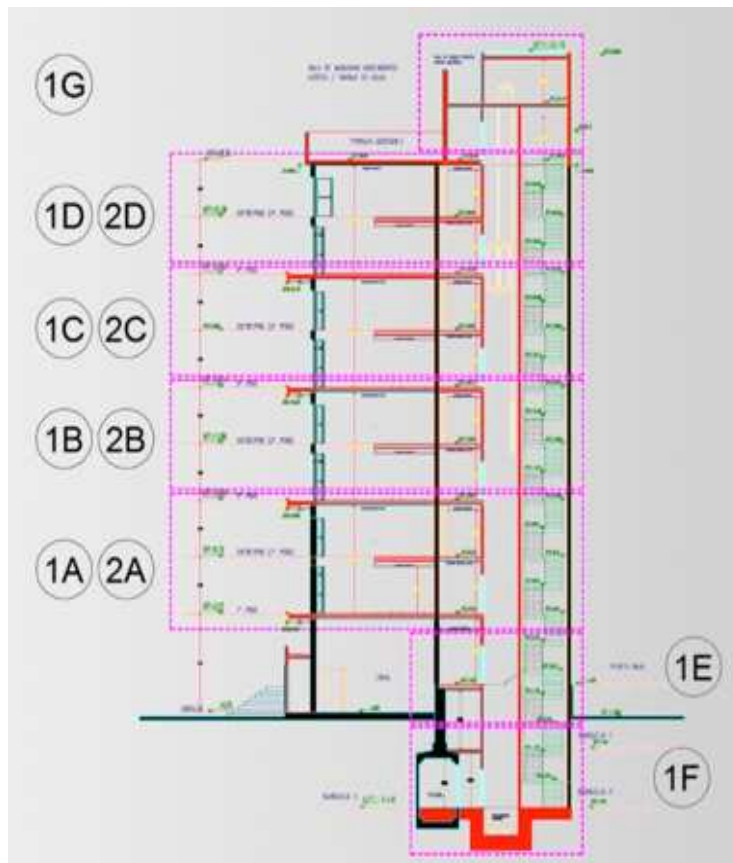


Figura 19. Detalles de Programa de demolición y ejecución de losas

4.5.3 METODOLOGIA y SECUENCIA PARA DEMOLER Y EJECUTAR HORMIGON REALIZADA

Se comenzó con pequeñas aberturas desde las losas sobre planta baja para generar las losas con los voladizos de balcones para conseguir su continuidad.

Además estos balcones servirán de apoyo para los apuntalamientos de los voladizos de los pisos superiores



Figura 20. Voladizos progresivos que se apuntalan desde un nivel inferior



Figura 21. aperturas pequeñas para hormigon losas internas y voladizos de 1,30 m

El edificio de Elevador de granos y la noria no se desmontaron ni se demolieron hasta terminar con las losas de entrepisos de los silos



Figura 22



Figura 23- proceso de demolicion de sector Noria

- La losa sobre ultimo piso y zona de tanques , se realizo de forma tradicional y esa continuidad , constituyó la rigidizacion superior del sistema



Figura 24. Apertura final de vanos luego de rigidizar las losas



Figura 25. Losa final de rigidizacion y niveles nuevos

4.5.4 CONEXIONES DE LOSAS

Las losas fueron conectadas a los silos mediante una armadura de corte ($\varnothing 16$ c/30) como se indican en las figuras 26,27 y 28 y estas conexiones eran colocadas con la prolongación suficiente para ser tomadas por la losa contigua y conseguirla fuerza de anclaje para tomar las losas sin necesidad de utilizar anclajes químicos.



Figura 26. Losa de entrepisos



Figura 27, conexión lasas con muros de silos



Figura 28 esperas para lasas de entresilos

5. CONCLUSIONES FINALES

- **La estructura reacondicionada es parte de la estructura resistente** , no fue necesario generar una estructura independiente , aunque algunos de sus nuevos elementos como los tabiques de ascensor también contribuyeron a la resistencia del conjunto
- Esta estructura en estos años igual ha soportado un par de tornados con la obra terminada , en uno de los cuales estuve presente logrando filmar la situación el 6 de diciembre de 2012 con vientos tomados en el aeródromo de Marcos Juárez con una velocidad de hasta 170 km/h sin registrar ningún tipo de efecto
- La ejecución de la obra se realizo tomando en cuenta los recaudos de construir y demoler de acuerdo a las indicaciones sugeridas y control . La principal premisa fue tomar que para las tareas de readaptación estructural la **demolición no era un rubro independiente de la estructura , sino parte del mismo.**
- La ubicación de los sectores donde se trabajo con los martillos neumáticos para demoler y la secuencia de construcción fue un plan que estudiábamos y evaluábamos constantemente para que el efectos de las vibraciones no fueran contraproducente a la estructura .
- Saber como readaptar una estructura , demolerla y reforzarla, llevo a tener que entender como construir ya que como demolerla no hay muchos antecedentes

6. BIBLIOGRAFÍA Y AGRADECIMIENTOS

6.1 BIBLIOGRAFIA

1. CIRSOC 201 , edición 1982, *REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN* , instituto nacional de tecnología industrial , argentina
2. SILOS Teoría y Practica (Calculo –Funcionamiento-Realizaciones) – Marcel y André REIMBERT- Editorial AMERICALEE-Buenos Aires Argentina –Edición 1979
3. Comité ACI 313-77 METODO RECOMENDADO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SILOS DE HORMIGÓN PARA EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES GRANULARES .
4. DEPOSITOS Y SILOS Eurocódigo 1 –Dr. Ing. José J Garcia-Badell y Ing. Inf Hugo Garcia-Badell – Editorial Bellisco Madrid año 2004
5. SILOS Teoría, Investigación y Construcción – Dr. Ing. Industrial JUAN RAVENET CATALAN – Editores Técnicos Asociados –Barcelona – España – edición 1977
6. SILOS Flujo de vaciado de solidos, Formación de Bóvedas .Efectos – Dr. Ing. Industrial JUAN RAVENET CATALAN – Editores Técnicos Asociados –Barcelona –España – edición 1983

6.2 AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la firma VGM y al comitente DI SA en confiar en mi para el desarrollo estructural de este tipo de obra , donde la demolición completa de los silos era la opinión generalizada y propuesta por otras empresas , siendo estos un simbolo de la ciudad

Al Arq. Wenceslao Re en ser un colaborador valorable que pese a la distancia, la comprensión de las tareas y los cambios de marchas supo interpretar y manejar mis decisiones .

Al Ing. Roberto Carretero e Ing. Urano Schiffini quienes construyendo algo similar en la provincia de Santa Fe (hotel Casino Los Silos año 2007) y me permitieron aclarar algunas de mis incertidumbres en los comienzos.