





ANEXO 3

MEMORIA DE CÁLCULO DE LAS FUNDACIONES

Memoria de cálculo de fundaciones				
Mástil de medición de recurso eólico				
Cliente	Proyecto	Fecha		
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	Rev 0 Página 1 of 7	

MEMORIAS DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO DE FUNDACIONES



MÁSTIL ARRIOSTRADO DE 84m PARA MEDICIONES DE POTENCIAL EÓLICO

**SITIO: PARQUE EÓLICO CIUDAD RÍO GALLEGOS
PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

CLIENTE: CFI


EDUARDO FALERO
Ingeniero Civil

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones				
Mástil de medición de recurso eólico				
Cliente	Proyecto	Fecha		
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	Rev 0 Página 2 of 7	

1. Introducción

El alcance de la presente memoria es el cálculo de fundaciones para un mástil tipo TNX450 de 84m de altura, que se utilizará para evaluaciones de potencial eólico en sitios cercanos a la ciudad de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz.

Dado que se trata de una estructura standard liviana y su montaje se realiza muy rápido, se ha optado por una solución mediante piezas prefabricadas de hormigón armado (base central y anclajes).

Se presentan los diseños y la memoria de cálculos con las comprobaciones de los elementos de la fundación frente a las acciones provocadas por la estructura, que se indican en la memoria de cálculo del mástil: "MCE_MAT84m_CFI_Gallegos_04_07_18"

2. Normativa

- **CIRSOC 102 - 2005** – "Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones"
- **CIRSOC 306 – 2016** – "Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Antenas"

3. Descripción general

La fundación consiste en una base central para apoyo del mástil y seis anclajes enterrados para fijación del sistema de riendas, ubicados en planta en 3 direcciones a 120º entre sí y distantes 35m y 65m respectivamente de la base central.

La base central está constituida por una placa prefabricada de 1.55m x 1.55m que descargará sobre una sub-base de balasto compactado para sustitución del suelo vegetal del sitio. Los anclajes de riendas consisten en piezas prismáticas prefabricadas, desplantadas a 2.00m y 2.40m de profundidad para anclajes interiores y exteriores respectivamente.

Dado que no se cuenta con un estudio de suelo, y a los efectos de un predimensionado se han considerado parámetros conservadores para un suelo tipo granular (arenoso) representativo de los sitios, tomando las siguientes características mínimas que se deberán corroborar.

- Densidad: $\gamma = 1700 \text{ kgf/m}^3$
- Tensión última de compresión: $\sigma_{ult} = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$
- Angulo de fricción: $\phi = 25^\circ$
- Cohesión: $c = 0$
- Angulo de arranque: $\beta = 9^\circ$



4. Calidad de los materiales

Para los materiales componentes de la estructura se han asumido las siguientes calidades:

Hormigón $f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$

Acero $f_y = 5000 \text{ kgf/cm}^2$ $f_u = 5500 \text{ kgf/cm}^2$

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones			 
Mástil de medición de recurso eólico			
Cliente	Proyecto	Fecha	
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	Rev 0 Página 3 of 7

I. CONDICIONES DE CÁLCULO

PARAMETROS DEL SUELO (Tipo: Arenoso)

Tensión última a la compresión	$\sigma_{ult} =$	1,5	kgf/cm ²
Peso específico del suelo	$\gamma =$	1700	kgf/m ³
Angulo de fricción interno sin drenar	$\varphi =$	25	°
Cohesión sin drenar	$c =$	0	kgf/cm ²
Angulo de rotura del suelo	$\beta =$	9	°
Espesor de suelo no colaborante	$e_v =$	0	m

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

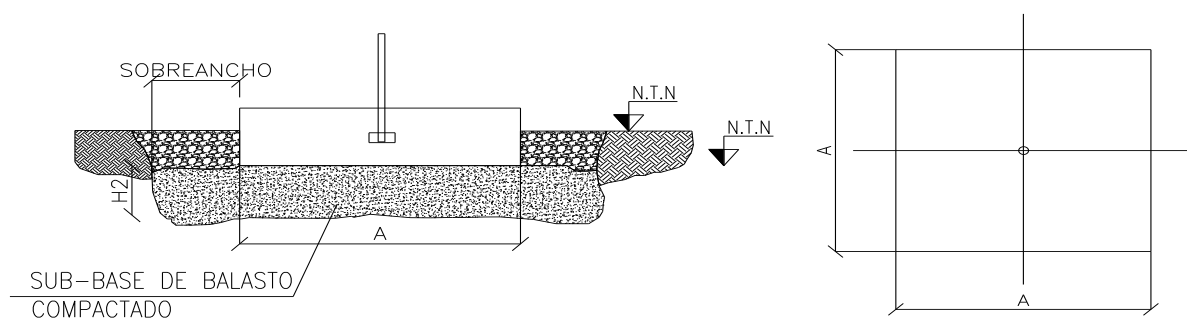
Peso específico del hormigón armado	$\gamma_H =$	2400	kgf/m ³
Resistencia característica del hormigón	$f_{ck} =$	200	kgf/cm ²
Tensión de fluencia del acero	$f_{yk} =$	5000	kgf/cm ²

II. VERIFICACIONES BASE CENTRAL

SOLICITACIONES



Compresión	$N_{max} =$	19592	kgf
Corte	$Q =$	90	kgf
Momento	$M =$	124	kgfm

DIMENSIONES



Lado de placa	$A =$	1,55	m
Altura de placa	$H1 =$	0,25	m

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones			 
Mástil de medición de recurso eólico			
Cliente	Proyecto	Fecha	
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	Rev 0 Página 4 of 7

Nivel de cota de fundación	NCF=	-0,15	m
Espesor de la Sub-Base	H2=	0,25	m
Volumen de hormigón	Vh1=	0,60	m ³

Normal de cálculo mayorada	Nc=	20012	kgf
Momento de cálculo mayorado	Mc=	147	kgfm
Excentricidad	e=	0,01	m

Resistencia del suelo	Rs=	50996	kgf	OK
Resistencia minorada	Øs Rs=	30598	kgf	

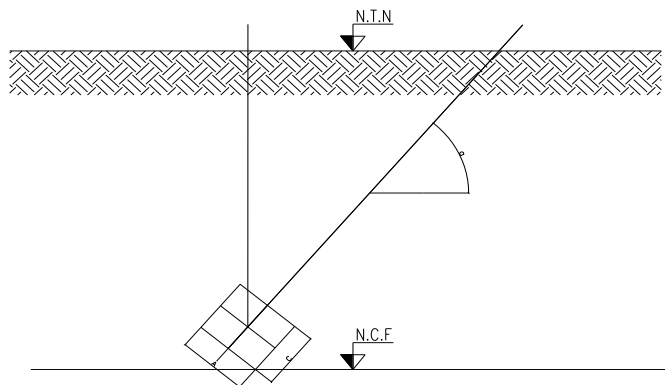
Resistencia de la sub-base	Rs=	71735	kgf	OK
Resistencia minorada	Øs Rs=	43041	kgf	

DIMENSIONADO DE ARMADURA

Momento de diseño	M _d =	3914	kgfm
Sección de acero mínimo	A _{smin} =	5,81	cm ²
Sección de acero por calculo	A _{s nec} =	7,56	cm ²

Armadura adoptada	A _s =	11Ø10
-------------------	------------------	-------



III. VERIFICACIONES ANCLAJE INTERIOR



SOLICITACIONES

Tiro horizontal	F _h =	4664	kgf
Tiro vertical	F _v =	3395	kgf
Inclinación	a=	36,1	°
Tiro resultante	R=	5769	kgf

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones			 
Mástil de medición de recurso eólico			
Cliente	Proyecto	Fecha	
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	Rev 0 Página 5 of 7

DIMENSIONES

Ancho del bloque	A=	0,40	m
Largo del bloque	B=	2,00	m
Altura del bloque	C=	0,30	m
Nivel de cota de fundación	N _{CF} =	-2,00	m

Volumen total de hormigón	V _C =	0,240	m ³
Peso de hormigón	W _C =	576	kgf

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO

Volumen de tronco de suelo	V _S =	2,60	m ³
Peso de tronco de suelo	W _S =	4423	kgf

VERIFICACIÓN AL ARRANCAMIENTO

Resistencia nominal minorada	$\phi_s R_s =$	3778	kgf
Tiro vertical	F _v =	3395	kgf

OK

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Coeficiente de empuje pasivo	N _f =	2,46	
Tensión de empuje pasivo superior	E _{ps} =	6375	kgf/m ²
Tensión de empuje pasivo interior	E _{pi} =	8377	kgf/m ²
Tensión de empuje pasivo total	E _{PT} =	7051	kgf

Resistencia nominal minorada	$\phi_s R_s =$	5288	kgf
Tiro horizontal	F _h =	4664	kgf

OK

DIMENSIONADO DE LA TILLA DE ANCLAJE

Tiro axial resultante	R =	5769	kgf
Tilla: ACERO LISO AL220 1 $\phi =$ 25	A =	4,91	cm ²
Resistencia a la tracción	f _t P _n =	8639	kgf

OK



DIMENSIONADO DE ARMADURA

Momento de diseño	M _d =	1442	kgfm
Sección de acero mínimo	A _{smin} =	1,80	cm ²
Sección de acero por calculo	A _{snec} =	1,66	cm ²

Armadura adoptada	A _s =	4Ø16	
-------------------	------------------	------	--

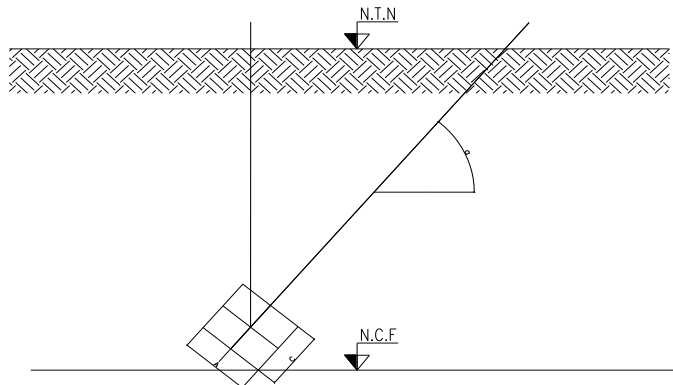
Esfuerzo cortante de diseño	V _d =	2884	kgf
-----------------------------	------------------	------	-----

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones			 
Mástil de medición de recurso eólico			
Cliente	Proyecto	Fecha	Rev 0 Página 6 of 7
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	

Esfuerzo de agotamiento por compresión	$V_{u1}=$	40000	kgf
Esfuerzo de agotamiento por tracción del alma	$V_{u2}=$	15149	kgf
Sección de estribos	$\varnothing 8$	0,50	cm ²
Separación de estribos	s =	0,12	m
Sección de estribos por metro	$A_s=$	8,33	cm ² /m

IV. VERIFICACIONES ANCLAJE EXTERIOR



SOLICITACIONES

Tiro horizontal	$F_h=$	6004	kgf
Tiro vertical	$F_v=$	5956	kgf
Inclinación	$a=$	44,8	°
Tiro resultante	$R=$	8457	kgf

DIMENSIONES

Ancho del bloque	$A=$	0,40	m
Largo del bloque	$B=$	2,50	m
Altura del bloque	$C=$	0,30	m
Nivel de cota de fundación	$N_{CF}=$	-2,40	m

Volumen total de hormigón	$V_C=$	0,300	m ³
Peso de hormigón	$W_C=$	720	kgf



VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO

Volumen de tronco de suelo	$V_S=$	4,47	m ³
Peso de tronco de suelo	$W_S=$	7599	kgf

VERIFICACIÓN AL ARRANCAMIENTO

Resistencia nominal minorada	$\phi_s R_s=$	6275	kgf
------------------------------	---------------	------	-----

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	

Memoria de cálculo de fundaciones			 
Mástil de medición de recurso eólico			
Cliente	Proyecto	Fecha	Rev 0 Página 7 of 7
CFI	Mástil 84m	04-07-2018	

Tiro vertical	$F_v =$	5956	kgf	OK
---------------	---------	------	-----	----

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Coeficiente de empuje pasivo	$N_\phi =$	2,46	
Tensión de empuje pasivo superior	$E_{ps} =$	7981	kgf/m ²
Tensión de empuje pasivo interior	$E_{pi} =$	10053	kgf/m ²
Tensión de empuje pasivo total	$E_{PT} =$	11151	kgf

Resistencia nominal minorada	$\phi_s R_s =$	8363	kgf	OK
Tiro horizontal	$F_h =$	6004	kgf	

DIMENSIONADO DE LA TILLA DE ANCLAJE

Tiro axial resultante	$R =$	8457	kgf	OK
Tilla: ACERO LISO AL220 1" $\phi =$ 25,4	$A =$	5,07	cm ²	
Resistencia a la tracción	$\phi P_n =$	8918	kgf	

DIMENSIONADO DE ARMADURA

Momento de diseño	$M_d =$	2643	kgfm
Sección de acero mínimo	$A_{smin} =$	1,80	cm ²
Sección de acero por calculo	$A_{snec} =$	3,18	cm ²
Armadura adoptada	$A_s =$	4Ø16	

Esfuerzo cortante de diseño	$V_d =$	4229	kgf
Esfuerzo de agotamiento por compresión	$V_{u1} =$	40000	kgf
Esfuerzo de agotamiento por tracción del alma	$V_{u2} =$	15149	kgf
Sección de estribos	Ø8	0,50	cm ²
Separación de estribos	$s =$	0,12	m
Sección de estribos por metro	$A_s =$	8,33	cm ² /m

Editado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Name	Eduardo Falero	Name	Gustavo Ais	Name	
Date	04-07-2018	Date		Date	